



TUGAS AKHIR - TE 141599

**ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION UNTUK
MENYELESAIKAN MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING
PROBLEM DENGAN VARIABEL TRAVEL TIME**

**Randi Mangatas Immanuel
NRP 2210100006**

**Dosen Pembimbing
Nurlita Gamayanti, S.T., M.T.
Prof. Ir. Abdullah Alkaff, M.Sc., Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT - TE 141599

**PARTICLE SWARM OPTIMIZATION ALGORITHM TO SOLVE
MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH
VARIABLE TRAVEL TIME**

**Randi Mangatas Immanuel
NRP 2210100006**

**Advisor
Nurlita Gamayanti, S.T., M.T.
Prof. Ir. Abdullah Alkaff, M.Sc., Ph.D**

**JURUSAN TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**

**ALGORITMA PARTICLE SWARM OPTIMIZATION
UNTUK MENYELESAIKAN MULTI DEPOT
VEHICLE ROUTING PROBLEM DENGAN
VARIABEL TRAVEL TIME**

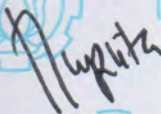
TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik
Pada
Bidang Studi Teknik Sistem Pengaturan
Jurusan Teknik Elektro
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I,

Dosen Pembimbing II,



Nurlita Gamavanti ST. MT.
NIP. 1978 12 01 2002 12 2002

Prof. Ir. Abdullah Alkaff, M.Sc., Ph.D.
NIP. 1955 01 23 1980 03 1002



JANUARI, 2015

ALGORITMA *PARTICLE SWARM OPTIMIZATION* UNTUK MENYELESAIKAN *MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING* *PROBLEM* DENGAN VARIABEL *TRAVEL TIME*

Nama : Randi Mangatas Immanuel
Pembimbing I : Nurlita Gamayanti, ST., MT.
Pembimbing II : Prof. Ir. Abdullah Alkaff, M.Sc., Ph.D

ABSTRAK

Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) merupakan permasalahan optimasi yang memiliki peranan penting dalam manajemen sistem distribusi dengan tujuan meminimalkan waktu yang diperlukan, dimana penentuan waktu berkaitan dengan jarak dari rute yang ditempuh oleh armada distribusi. Penelitian ini memberikan sebuah formulasi dari kasus *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRP) yang diselesaikan dengan metode algoritma *Particle Swarm Optimization* (PSO). Terdapat dua tahapan untuk menyelesaikan MDVRP yaitu *clustering* dan *assignment*. Dalam *clustering* digunakan metode *simplified parallel assignment*, sedangkan untuk *assignment* digunakan metode *particle swarm optimization*. PSO merupakan salah satu teknik komputasi. Algoritma *Particle Swarm Optimization* dapat menghasilkan waktu tempuh yang minimum yaitu 115 menit.

Kata Kunci: MDVRP, optimasi, *Particle Swarm Optimization*, rute.

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

PARTICLE SWARM OPTIMIZATION TO SOLVE MULTI DEPOT VEHICLE ROUTING PROBLEM WITH VARIABLE TRAVEL TIME

Name : Randi Mangatas Immanuel
Advisor I : Nurlita Gamayanti, ST., MT.
Advisor II : Prof. Ir. Abdullah Alkaff, M.Sc., Ph.D

Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) is an optimization problem which has an important role in the management of the distribution system with the aim of minimizing the travel time, where the timing related to the distance of the route taken by the fleet distribution[2]. This study provides a formulation of cases Multi Depot Vehicle Routing Problem (MDVRP) are solved by the method of Particle Swarm Optimization algorithm (PSO). There are two stages to complete MDVRP namely clustering and assignment. clustering using simplified parallel assignment methods, while the assignment using particle swarm optimization. PSO is a computational technique. Particle Swarm Optimization algorithm can generate the minimum travel time which is 115 minutes.

Key Word: MDVRP, optimization, *Particle Swarm Optimization*, route

KATA PENGANTAR

Puji Tuhan, terucap syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat, berkah dan karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “Algoritma *Particle Swarm Optimization* Untuk Menyelesaikan *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dengan Variabel *Travel Time*”. Tujuan dari penyusunan tugas akhir ini adalah sebagai salah satu persyaratan untuk mendapatkan gelar sarjana teknik pada bidang studi Teknik Sistem Tenaga, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.

Dalam kesempatan yang berbahagia ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah berjasa dalam proses penyusunan tugas akhir ini, yaitu :

1. Kedua orang tua penulis, Drs. S.Sibuea dan Dra. M.Sinurat atas dukungan, dorongan semangat dan doa untuk keberhasilan penulis.
2. Ibu Nurlita Gamayanti, S.T., M.T. Dan Bapak Prof. Ir. Abdullah Alkaff, M.Sc., Ph.D. Selaku dosen pembimbing yang dengan sabar telah memberikan saran, masukan serta bimbingannya.
3. Iqbal yang telah meluangkan waktunya untuk berdiskusi dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
4. Keluarga besar e-50 atas kebersamaan, kerja sama dan doanya selama ini.
5. Keluarga besar *True Prayers* dan TGF atas dukungan doa dan moril selama ini.
6. Segenap civitas akademika Jurusan Teknik Elektro ITS dan keluarga besar Himpunan Mahasiswa Teknik Elektro atas dukungan, kerja sama, doa dan masukannya selama proses perkuliahan maupun pengerjaan tugas akhir

Besar harapan penulis agar buku ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak, sehingga penulis sangat mengharapkan kritik dan saran membangun dari seluruh pembaca.

Januari 2015,

Penulis

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR ISI

	HALAMAN
HALAMAN JUDUL	
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	
LEMBAR PENGESAHAN.....	
ABSTRAK	i
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Metodologi	2
1.5 Batasan Masalah	3
1.6 Sistematika Penulisan	3
 BAB II DASAR TEORI	 5
2.1 Permasalahan Jaringan	5
2.2 Permasalahan Lintasan Terpendek.....	6
2.3 Permasalahan Rute dan Penjadwalan.....	7
2.4 <i>Vehicle Routing Problem</i>	7
2.5 <i>Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Windows</i>	8
2.6 Strategi Menentukan Depot	9
2.7 <i>Simplified Parallel Assignment</i>	10
2.8 Penyelesaian <i>Vehicle Routing Problem</i>	12
2.8.1 Solusi Eksak.....	12
2.8.2 Heuristik.....	12
2.8.3 Metaheuristik	12
2.9 <i>Particle Swarm Optimization</i>	13
2.9.1 Ukuran <i>Swarm</i>	15
2.9.2 Koefisien Akselerasi	15
2.9.3 Updating Kecepatan.....	15
2.9.4 Diagram Alir Algoritma PSO	15

BAB III PERANCANGAN SISTEM.....	17
3.1 Pengembangan <i>Model Multi Depot Vehicle Routing Problem</i>	17
3.2 Langkah-langkah pengerjaan MDVRP	19
3.3 Permodelan Jaringan Jalan	21
3.4 Tahapan <i>Simplyfied Parallel Assignment</i>	24
3.5 Algoritma PSO untuk Permasalahan MDVRP	25
3.5.1 Inisialisasi Partikel	25
3.5.2 Fitness Partikel	25
3.5.3 Menentukan Nilai <i>pBest</i> dan <i>gBest</i>	25
3.5.4 <i>Updating</i> Kecepatan.....	25
3.5.5 <i>Updating</i> Posisi	26
3.5.6 Parameter <i>Particle Swarm Optimization</i>	26
3.7 Perancangan Perangkat Lunak	28
3.8 Perancangan <i>Graphical User Interface</i> (GUI)	28
BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISA SISTEM.....	33
4.1 Pengumpulan Data	33
4.1.1 Data Ruas Jalan	33
4.1.2 Data Aturan Ruas Jalan	33
4.1.3 Data Lokasi Konsumen dan Depot.....	34
4.1.4 Data Rute Pelayanan Konsumen	34
4.2 Pengolahan Data.....	34
4.2.1 Pengolahan Data Jalan.....	34
4.2.2 Pengolahan Data Pemesanan Pelanggan	34
4.3 Data Depot Dan Konsumen.....	35
4.4 Pemilihan Parameter <i>Particle Swarm Optimization</i>	37
4.5 Hasil Pemilihan Parameter PSO	39
4.6 Pengujian Akhir	39
4.6.1 Hasil Optimasi Depot 1	39
4.6.2 Hasil Optimasi Depot 2	47
4.6.3 Hasil Optimasi Depot 3	49
4.7 Analisa Sensitivitas Parameter	54
4.8 Perbandingan Dengan Metode Lain	55
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	57

DAFTAR PUSTAKA.....	67
LAMPIRAN.....	69
DAFTAR RIWAYAT HIDUP.....	139

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

	HALAMAN
Tabel 3.1 Atribut ruas jalan	22
Tabel 3.2 Atribut aturan ruas jalan	23
Tabel 4.1 Data depot pengujian	35
Tabel 4.2 Data konsumen pengujian	35
Tabel 4.3 Data pemilihan parameter PSO	38
Tabel 4.4 Nilai parameter terbaik	39
Tabel 4.5 Hasil perbandingan dengan metode lain	55

Halaman ini sengaja dikosongkan

DAFTAR GAMBAR

	HALAMAN
Gambar 2.1 <i>Graph</i> dengan lima buah <i>node</i>	9
Gambar 2.2 Blok Diagram pengerjaan MDVRP	9
Gambar 2.3 Diagram Alir Algoritma PSO.....	16
Gambar 3.1 Model Jaringan Jalan Surabaya.....	20
Gambar 3.2 Ilustrasi pengerjaan MDVRPTW	21
Gambar 3.3 Jaringan jalan dengan aturan belokan	22
Gambar 3.4 Representasi jaringan jalan dalam bentuk <i>graph</i> ..	23
Gambar 3.5 Diagram Alir Algoritma PSO untuk permasalahan MDVRP	27
Gambar 3.6 Tampilan awal GUI.....	29
Gambar 3.7 <i>Window input data depot</i>	30
Gambar 3.8 <i>Window input data konsumen</i> ..	31
Gambar 3.9 <i>Window parameter PSO</i>	32
 Gambar 4.1 Rute kendaraan 1 depot 1	 40
Gambar 4.2 Rute kendaraan 2 depot 1	41
Gambar 4.3 Rute kendaraan 3 depot 1	42
Gambar 4.4 Rute kendaraan 4 depot 1	44
Gambar 4.5 Rute kendaraan 5 depot 1	45
Gambar 4.6 Rute kendaraan 6 depot 1	46
Gambar 4.7 Rute kendaraan 7 depot 1	46
Gambar 4.8 Rute kendaraan 1 depot 2	47
Gambar 4.9 Rute kendaraan 2 depot 2	48
Gambar 4.10 Rute kendaraan 3 depot 2	49
Gambar 4.11 Rute kendaraan 1 depot 3	51
Gambar 4.12 Rute kendaraan 2 depot 3	52
Gambar 4.13 Rute kendaraan 3 depot 3	52
Gambar 4.14 Rute kendaraan 4 depot 3	53
Gambar 4.15 Rute kendaraan 5 depot 3	54

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Permasalahan distribusi merupakan permasalahan yang hampir tidak bisa lepas dalam dunia industri, terutama yang bergerak dalam bidang produksi, permasalahan distribusi sering ditemukan dalam kehidupan sehari-hari seperti pengangkutan sampah, pengiriman galon atau pada pengantaran dan penjemputan yang dilakukan bus sekolah.

Dalam dunia industri permasalahan distribusi merupakan salah satu faktor yang penting dalam mempengaruhi pendapatan. Berdasarkan penelitian beberapa ahli yang menyatakan bahwa biaya distribusi rata-rata sebesar 16% dari harga jual barang yang dihasilkan, oleh karena itu perlu adanya suatu metode yang digunakan untuk mengurangi biaya yang digunakan untuk mendistribusikan barang.[11]

Vehicle Routing Problem (VRP) merupakan salah satu jenis permasalahan distribusi untuk menentukan suatu himpunan rute-rute kendaraan, dengan setiap kendaraan berangkat dari depo yang sama, untuk melayani beberapa pelanggan, dan kendaraan tersebut kembali ke depo yang sama. Salah satu jenis VRP adalah *Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Window* (MDVRPTW) dimana dalam jenis ini, selain ada time window yang merupakan interval waktu untuk dilakukannya pelayanan, tujuan utama dari jenis ini adalah untuk menemukan rute kendaraan agar dapat melayani setiap pelanggan dengan waktu seminimal mungkin. Untuk mendapatkan penjadwalan pengiriman yang handal digunakan metode *Particle Swarm Optimization* (PSO).

Partical Swarm Optimization adalah sebuah algoritma untuk mencari lintasan optimal berdasarkan perilaku sosial dari binatang, seperti sekumpulan burung dalam suatu swarm. PSO merupakan salah satu dari teknik komputasi evolusioner yang mana populasi pada PSO didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang random yang disebut *Particle*. [5]

Berdasarkan latar belakang diatas, judul yang dipilih untuk penelitian Tugas Akhir ini adalah “Algoritma *Particle Swarm Optimization* Untuk Menyelesaikan *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dengan Variabel *Travel Time*”.

1.2 Rumusan Masalah

Permasalahan yang diselesaikan dalam Tugas Akhir ini adalah bagaimana perusahaan *Cleo Pure Water* dapat mengoptimalkan proses pendistribusian galon dikarenakan pengiriman galon yang terlalu lama dari distributor ke konsumen dengan menggunakan suatu teknik penyelesaian permasalahan yaitu *Multi Depot Vehicle Routing Problem* (MDVRPTW) dengan menggunakan *Particle Swarm Optimization* (PSO), sehingga dihasilkan *travel time* dan jumlah kendaraan yang minimum.

1.3 Tujuan

Tujuan yang ingin dicapai dari penelitian ini adalah untuk meminimumkan *Travel Time* dan jumlah kendaraan, serta mendapatkan Algoritma yang dapat menyelesaikan *Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Windows* (MDVRPTW)

1.4 Metodologi

Metodologi yang digunakan dalam penelitian ini dijelaskan sebagai berikut :

- a) Pendefinisian **topik** penelitian dan masalah
Pada tahap ini **topik** penelitian ditentukan dan didefinisikan apa yang ingin dicapai dari penelitian ini. Masalah didefinisikan sesuai dengan topik yang akan dipakai.
- b) Studi literature
Dilakukan untuk lebih menguasai tentang bahasan yang ada dalam penelitian ini. Studi literatur yang dilakukan adalah dengan cara melakukan kajian tentang VRP dan *Particle Swarm Optimization* dari berbagai sumber seperti: buku teks, diktat perkuliahan, jurnal ilmiah, dan materi *e-book*.
- c) Perumusan masalah
Pada tahap ini penelitian difokuskan dalam ruang lingkup *Multi Depot Vehicle Routing Problem* yang diselesaikan menggunakan metode *Particle Swarm Optimization* dengan perangkat lunak Matlab.
- d) Pengumpulan data
Pada tahap ini dilakukan pendefinisian data apa saja yang diperlukan untuk mendapat solusi pada kegiatan distribusi.

Pengumpulan data dilakukan dengan mengambil data secara langsung ke perusahaan yang menangani proses distribusi produk.

e) Pengolahan data

Tahap pengolahan data adalah perancangan solusi rute dan penjadwalan terbaik dari setiap proses distribusi produk. Pencarian solusi ini menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* dengan bantuan perangkat lunak Matlab.

f) Analisa solusi

Tahapan analisa dilakukan untuk melihat solusi rute dan penjadwalan distribusi yang didapat dengan pendekatan *Particle Swarm Optimization* dan perbandingan hasilnya dengan menggunakan pendekatan yang telah dipakai sebelumnya.

g) Kesimpulan

Tahap kesimpulan dilakukan untuk menyatakan hasil tahap analisa dan penelitian secara keseluruhan.

1.5 Batasan Masalah

Permasalahan pada penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal antara lain:

- a) Keluaran dari penelitian hanya diimplementasikan pada kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia.
- b) Penelitian dilakukan di Perusahaan minuman Cleo Pure Water dengan konsumen yang diasumsikan.
- c) Kapasitas dari kendaraan pengangkut bersifat homogen atau memiliki kapasitas yang sama untuk semua kendaraan.
- d) Konsumen tidak dapat memesan barang yang melebihi kapasitas mobil.
- e) Pemesanan pengiriman dilaksanakan satu hari sebelum hari pengiriman. Pada hari berikutnya, persediaan barang di depot diasumsikan penuh kembali

1.6 Sistematika Penulisan

Pembahasan Tugas Akhir ini akan dibagi menjadi lima Bab dengan sistematika sebagai berikut:

BAB I Pendahuluan

Bab ini membahas tentang dasar penyusunan Tugas Akhir yang meliputi latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian, sistematika penyusunan laporan Tugas Akhir, dan relevansi.

BAB II Teori Dasar

Bab ini berisi tentang dasar teori yang merupakan penjelasan mengenai *Vehicle Routing Problem*, *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dan *Particle Swarm Optimization*, *Travel Time*.

BAB III Perancangan Sistem

Bab ini berisi tentang penjelasan mengenai penerapan algoritma *Particle Swarm Optimization* pada permasalahan *Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Window* dengan menggunakan MATLAB

BAB IV Pengujian Sistem

Bab ini memuat hasil simulasi dan pengujian dari sistem yang dibuat serta analisis dari hasil tersebut.

BAB V Penutup

Bab ini berisi kesimpulan dan saran dari hasil pembahasan yang telah diperoleh.

BAB II

DASAR TEORI

Pada bab ini akan dibahas beberapa teori yang digunakan sebagai penunjang dan landasan untuk mengerjakan tugas akhir.

2.1 Permasalahan Jaringan

Dalam kehidupan sehari-hari, kita sering bertemu dengan berbagai macam contoh jaringan mulai dari jaringan tenaga listrik, jaringan pesawat telepon, jaringan rel kereta api, hingga jaringan lalu lintas kendaraan. Pada semua contoh tersebut, terdapat hal yang harus disalurkan dari satu titik ke titik lainnya. Hal ini dilakukan dengan tujuan melakukan pelayanan kepada konsumen dengan baik dan bagaimana memaksimalkan fasilitas transmisi dan distribusi secara efektif. Selanjutnya untuk mengatasi permasalahan sehari-hari tersebut dapat dimodelkan ke dalam berbagai teori jaringan yang ada.

Secara umum, jaringan terdiri dari sejumlah titik yang terhubung satu dengan yang lainnya dan terdapat aliran di dalamnya. Pembahasan masalah jaringan akan dibawa ke suatu bentuk *graph*.

Ada beberapa teknik optimasi yang dapat diaplikasikan pada permasalahan jaringan yang biasa ditemui dalam dunia nyata yang dinyatakan dalam bentuk *graph*[3], diantaranya adalah:

- a) Lintasan terpendek, bagaimana menemukan rute dalam jaringan dengan jarak terpendek.
- b) Aliran maksimum, apabila dalam sebuah jaringan terdapat kapasitas dalam alirannya, bagaimana cara menentukan jumlah produk yang dikirim pada *arc* tersebut tanpa melebihi batasan kapasitas *arc*.
- c) Biaya minimum, dicari aliran dari sejumlah node ke sejumlah node dalam suatu jaringan dengan total biaya minimum.
- d) Lain-lain, yang merupakan variasi teknik optimasi di atas.
- e) *Graph*, Suatu *graph* terdiri dari kumpulan *node*, atau disebut juga *vertex* dan kumpulan *arc*, atau disebut juga *branch*.

2.2 Permasalahan Lintasan Terpendek [11]

Permasalahan lintasan terpendek dapat digambarkan sebagai upaya pencarian lintasan yang mempunyai biaya minimum. Biaya lintasan adalah jumlah biaya semua arc yang membentuk lintasan tersebut.

Ada beberapa asumsi yang digunakan dalam perhitungan lintasan terpendek, yaitu:

1. Jaringan berarah (*direct network*).
2. Ada lintasan berarah dari satu node sumber ke semua node lain.
3. Tidak ada siklus negative, yaitu siklus dengan total biaya negatif.
4. Biaya tiap *arc* merupakan bilangan bulat.

Formulasi masalah dalam permasalahan lintasan terpendek dapat dinyatakan dalam bentuk aliran minimum dimana tiap *node* yang dituju dianggap memiliki permintaan sebesar satu unit dan *node* sumber memiliki *supply* sebanyak yang diminta.

Lintasan terpendek dari *node* s ke semua *node* dapat diformulasikan sebagai berikut:

1. Lintasan terpendek dari *node* s ke *node* t . (Lintasan terpendek \equiv biaya minimum). Menentukan cara pengiriman aliran satu unit dari s ke t

- i. Min $C_{ij} X_{ij}$

- ii. St

$$\sum X_{ik} - \sum X_{ji} = \begin{cases} 1 & i = s \\ -1 & i = t \\ 0 & \text{yang lain} \end{cases}$$

- iii. $X_{ij} \geq 0$ untuk $(i, j) \in A$

2. Lintasan terpendek dari *node* s ke semua node yang lain

- i. Min $C_{ij} X_{ij}$

- ii. St

$$\sum X_{ik} - \sum X_{ji} = \begin{cases} n-1 & i = s \\ -1 & i \neq s \end{cases}$$

- iii. $X_{ij} \geq 0$ untuk $(i, j) \in A$

Algoritma perhitungan *shortest path* pada suatu jaringan adalah berikut:

1. Mulai, inialisasi $S = 0$, $S' = N$, $d(i) = \infty$ untuk $i \in S$, $d(s)=0$, $pred(s)=0$.

2. Ambil $i \in S'$ dengan $d(i) = \min [d(j), j \in S']$
3. $S = S \cup i$, $S' = S' - i$
4. Untuk tiap $(i, j) \in A(i)$, Bila $d(j) > d(i) + C_{ij}$ maka $d(j) = d(i) + C_{ij}$; dan $\text{Pred}(j) = i$
5. Kembali ke langkah 2 sampai $S' = \emptyset$

Bila perhitungan yang diinginkan adalah lintasan terpendek ke *node* tertentu, maka algoritma dihentikan bila *node* tujuan telah menjadi anggota himpunan S .

2.3 Permasalahan Rute dan Penjadwalan[11]

Permasalahan rute dan penjadwalan seringkali direpresentasikan dalam bentuk *graph*. Dalam *graph* tersebut terdapat sekumpulan *node* konsumen dan *arc-arc* yang menghubungkan tiap-tiap *node*. *Arc* tersebut menyatakan biaya yang dibutuhkan untuk berpindah dari *node* yang satu ke *node* yang lainnya. Jika permasalahannya tidak memperhatikan arah maka *arc* tersebut merupakan *arc* tidak berarah dan sebaliknya.

Tujuan dari permasalahan rute dan penjadwalan adalah mendapatkan rute yang harus ditempuh dengan biaya total yang minimal. Biaya dalam hal ini termasuk diantaranya jarak, biaya, atau waktu yang dibutuhkan untuk membentuk suatu *tour*. Dalam meminimalkan biaya total, permasalahan rute dan penjadwalan mempertimbangkan berbagai batasan yang ada diantaranya kapasitas, kendaraan, batasan waktu tiap rute yang dilalui, dan batasan-batasan yang menyangkut kebijakan dari produsen.

Batasan-batasan pada permasalahan rute dan penjadwalan secara umum adalah sebagai berikut:

1. Sebuah *tour* harus mencakup semua *node*.
2. Sebuah *tour* harus dikunjungi satu kali.
3. Sebuah *tour* harus berawal dan berakhir di depo.

2.4 Vehicle Routing Problem

Vehicle Routing Problem (VRP) terdiri dari penentuan rute kendaraan yang melayani beberapa pelanggan. Setiap kendaraan memiliki kapasitas angkut, dan setiap pelanggan memiliki permintaan. Tiap pelanggan dikunjungi tepat satu kali dan total permintaan tiap rute tidak boleh melebihi kapasitas angkut kendaraan. Dalam VRP sendiri

dikenal pula istilah depo, dimana tiap kendaraan harus berangkat dan kembali ke depo itu.

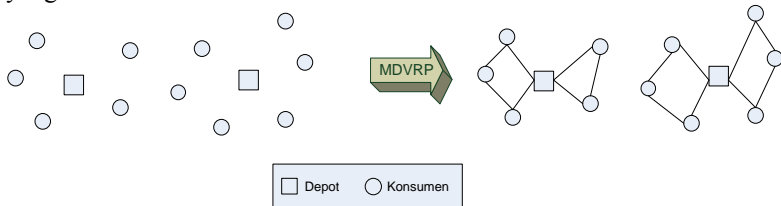
Permasalahan ini termasuk dalam kategori *NP-Hard Problem*, yang berarti waktu komputasi yang digunakan akan semakin sulit dan banyak seiring dengan meningkatnya ruang lingkup masalah. Tujuan yang ingin dicapai adalah meminimalkan total jarak tempuh dan meminimalkan jumlah kendaraan yang digunakan. VRP sendiri memiliki beberapa variasi kendalanya dalam implementasi pada dunia nyata. Kendala-kendala tersebut berpengaruh pada munculnya jenis-jenis VRP, antara lain:

- a) Capacitated VRP (CVRP)
Faktor: setiap kendaraan mempunyai kapasitas yang terbatas
- b) VRP with Time Windows (VRPTW)
Faktor: pelanggan harus dilayani dalam waktu tertentu
- c) Multiple Depot VRP (MDVRP)
Faktor: distributor memiliki banyak depo
- d) VRP with Pick-Up and Delivering (VRPPD)
Faktor: pelanggan diperbolehkan mengembalikan barang ke depo asal
- e) Split Delivery VRP (SDVRP)
Faktor: pelanggan dilayani dengan kendaraan berbeda
- f) Stochastic VRP (SVRP)
Faktor: munculnya *random value* (seperti jumlah pelanggan, jumlah permintaan, waktu perjalanan dan waktu pelayanan)
- g) Periodic VRP
Faktor: pengantaran hanya dilakukan di hari tertentu

2.5 Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Windows

Permasalahan MDVRPTW merupakan permasalahan VRP dengan kondisi dimana depo yang digunakan sebagai pusat distribusi barang bisa lebih dari satu dan distribusi dilakukan dalam time windows tertentu. Time Windows disini maksudnya adalah pelanggan atau konsumen dilayani dalam *range* waktu tertentu sesuai permintaan dari konsumen. Terdapat pula waktu pelayanan yang diperlukan untuk melayani tiap konsumen. Tujuan dari permasalahan MDVRPTW ini adalah mencari sejumlah rute dan *travel time* minimum yang diperlukan

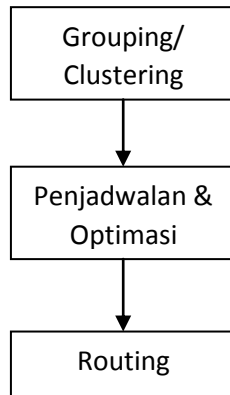
untuk mengunjungi suatu himpunan konsumen dimana kendaraan berangkat dan kembali lagi ke depo dan konsumen dilayani tepat satu kali oleh tepat satu kendaraan dengan tidak melanggar kendala kapasitas yang ada.



Gambar 2.1 MDVRP dengan dua depo dan empat rute

2.6 Strategi Menentukan Depo[7]

Pada kasus MDVRPTW dimana terdapat lebih dari satu depo, maka sebelum menjalankan optimasi (routing & assignment) harus dibuat suatu metode untuk menentukan gugus atau kluster. Suatu kluster terdiri dari satu node depo dengan beberapa node konsumen. Berikut adalah strategi menentukan depo[7]:



Gambar 2.2 Blok Diagram pengerjaan MDVRP

Berikut ini adalah beberapa metode *clustering* yang ada:

1. Simplified Parallel Assignment

Biaya (travel time) antara konsumen dengan depo terdekat dan konsumen dengan depo lainnya dibandingkan dalam metode ini.

Konsumen dengan nilai μ maksimum adalah konsumen dengan prioritas pertama. Nilai μ adalah urgensi masing-masing konsumen.

2. Simplified Assignment

Dimulai dengan mencari nilai μ masing-masing konsumen, metode ini bekerja serupa dengan metode simplified parallel assignment. Mengkluster konsumen yang memiliki nilai μ maksimum dengan depo terdekat. Perbedaanannya terdapat pada cara mencari μ -nya.

3. Coefficient Propagation

Metode ini memasukkan pelanggan ke dalam sebuah kluster yang telah terbentuk sebelumnya dengan mempertimbangkan gaya tarik koefisien. Variabel jarak menyatakan nilai koefisien dari suatu pelanggan. Jika nilai koefisiennya kurang dari 1, ini artinya jarak dengan konsumen lainnya semakin pendek.

4. Cyclic Assignment

Cara kerja metode ini adalah satu pelanggan secara siklik ditetapkan pada masing-masing depo. Pertama mengkluster masing-masing depo dengan konsumen terdekat. Kemudian pada tiap-tiap depo dilakukan kluster untuk konsumen terdekat selanjutnya.

5. Three Criteria Clustering

Pada metode ini mekanisme kluster didasarkan pada 3 kriteria yaitu: jarak rata-rata dengan kluster, jarak terdekat konsumen dengan masing-masing kluster, dan perbedaan jarak rata-rata konsumen pada sebuah kluster.

6. Sweep Assignment

Pada metode ini kita tentukan dulu nilai D^* . Nilai D^* berdasarkan pada nilai depo yang jumlah permintaannya tak terpenuhi paling tinggi. Kemudian nilai D^* dibandingkan dengan nilai μ , jika nilai μ lebih baik maka konsumen dikluster dengan depo terdekat daripada depo D^* .

2.7 Simplified Parallel Assignment [7]

Dalam metode ini dinamakan parallel karena urgensi dari masing-masing konsumen diperhitungkan sembari memperhitungkan faktor kedekatan dengan depo. Metode ini membandingkan biaya (travel time) antara konsumen dengan depo terdekat dan konsumen dengan depo lainnya. Konsumen yang memiliki prioritas pertama ialah konsumen dengan nilai μ maksimum [8]. Konsumen dengan nilai μ paling tinggi dikelompokkan dengan depo yang terdekat (satu gugus

dengan depo terdekat). Agar metode ini dapat bekerja dengan baik dengan kendala time window, urgensi μ dari masing-masing pelanggan ditentukan melalui persamaan berikut:

$$\mu_c = Closeness(c, dc'(c)) - Closness(c, dc''(c)) \quad c \in C \quad (2.10)$$

Dimana:

μ_c = urgensi masing-masing konsumen

$d(c, dep'(c))$ = jarak antara konsumen c dengan depo terdekat.

$d(c, dep''(c))$ = jarak antara konsumen c dengan depo terdekat nomor dua.

Closness dipengaruhi oleh nilai afinitas dan jarak, persamaan closness dicari melalui persamaan:

$$Closness(i, j) = \frac{d(i, j)}{Afinitas(i, j)} \quad j \in D, i \in C \quad (2.11)$$

Sedangkan afinitas(i,j) diperoleh dari persamaan :

$$Afinitas(i, d) = \left\{ \frac{\sum_{j \in C(d) \cup \{d\}} e^{-(DTW(i, j) + TV_{ij})}}{|C|} \right\} \quad d \in D, i, j \quad (2.12)$$

Dimana:

D = himpunan depo dalam MDVRPTW

C = himpunan konsumen dalam MDVRPTW

$C(d)$ = himpunan dari konsumen yang telah dikelompokkan dengan depo d

TV_{ij} = adalah travel time antara i dengan j

DTW mengukur jarak dalam time window dari konsumen dengan konsumen yang lain atau dengan depo:

$$DTW(i, j) = \begin{cases} e_j - l_i & \text{si } l_i < e_j \\ e_i - l_i & \text{si } l_j < e_i \\ 0, & \text{untuk yang lain} \end{cases} \quad (2.13)$$

Dimana l adalah waktu awal time window dan e adalah waktu berakhirnya time window.

Apabila perhitungan hanya berdasarkan pada time window, idealnya konsumen dikelompokkan dengan depo yang memiliki

konsumen dengan kendala time window yang berdekatan, dengan cara demikian suatu depo dapat memaksimalkan afinitasnya. Sebaliknya, apabila perhitungan hanya didasarkan pada jarak, seoran konsumen akan dikluster dengan depo terdekat.

Kompleksitas dari keseluruhan metode ini adalah $O(3CD+CD^2+C^2D)$, dimana C adalah jumlah konsumen dan D adalah jumlah depo.

2.8 Penyelesaian Vehicle Routing Problem[8]

Pada dasarnya terdapat 3 metode untuk menyelesaikan VRP, diantaranya adalah:

2.8.1 Solusi Eksak

Pada solusi eksak dilakukan pendekatan dengan menghitung setiap solusi yang mungkin hingga solusi terbaik yang diperoleh. Contoh dari penyelesaian eksak ini adalah *branch and bound* dan *branch and cut*. Kelemahan dari penyelesaian ini adalah dibutuhkan waktu komputasi yang lama karena memperhitungkan setiap solusi yang mungkin.

2.8.2 Heuristik

Metode ini memberikan satu cara untuk menyelesaikan permasalahan optimasi yang lebih sulit dan waktu penyelesaian yang lebih cepat daripada solusi eksak. Contoh metode ini antara lain: *saving, based, matching based, multiroute improvement heuristic*, dan lain-lain.

2.8.3 Metaheuristik

Metaheuristik adalah suatu metode untuk melakukan eksplorasi yang lebih dalam pada daerah yang menjanjikan dari ruang solusi yang ada. Kualitas metode ini lebih baik daripada yang terdapat pada penyelesaian heuristik klasik. Contoh metaheuristik adalah *genetic algorithm, particle swarm optimization, simulated annealing, tabu search*, dan lain-lain.

2.9 Particle Swarm Optimization [11]

Algoritma *Partical Swarm Optimization* (PSO) diperkenalkan oleh Kennedy dan Elberhart pada tahun 1995, proses algoritmanya diinspirasi oleh perilaku sosial dari binatang, seperti sekumpulan burung dalam suatu swarm.

Partical Swarm Optimization (PSO) adalah salah satu dari teknik komputasi evolusioner, yang mana populasi pada PSO didasarkan pada penelusuran algoritma dan diawali dengan suatu populasi yang random yang disebut *particle*.

Berbeda dengan teknik komputasi evolusioner lainnya, setiap *particle* di dalam PSO juga berhubungan dengan suatu *velocity*. *Particle-particle* tersebut bergerak melalui penelusuran ruang dengan *velocity* yang dinamis yang disesuaikan menurut perilaku historisnya. Oleh karena itu, *particle-particle* mempunyai kecenderungan untuk bergerak ke area penelusuran yang lebih baik setelah melewati proses penelusuran.

Partical Swarm Optimization (PSO) mempunyai kesamaan dengan *genetic algorithm* yang mana dimulai dengan suatu populasi yang random dalam bentuk matriks. Namun PSO tidak memiliki operator evolusi yaitu *crossover* dan mutasi seperti yang ada pada *genetic algorithm*. Baris pada matriks disebut *particle* atau dalam *genetic algorithm* sebagai kromosom yang terdiri dari nilai suatu variable. Setiap *particle* berpindah dari posisinya semula ke posisi yang lebih baik dengan suatu *velocity*.

Pada algoritma PSO vektor *velocity* diupdate untuk masing-masing *particle* kemudian menjumlahkan vektor *velocity* tersebut ke posisi *particle*. Update *velocity* dipengaruhi oleh kedua solusi yaitu *global best* yang berhubungan dengan biaya yang paling rendah yang pernah diperoleh dari suatu *particle* dan solusi *local best* yang berhubungan dengan biaya yang paling rendah pada populasi awal. Jika solusi *local best* mempunyai suatu biaya yang kurang dari biaya solusi global maka solusi *local best* menggantikan solusi *global best*.

Kesederhanaan algoritma dan performansinya yang baik, menjadikan PSO telah menarik banyak perhatian di kalangan para peneliti dan telah diaplikasikan dalam berbagai persoalan optimisasi

seperti *vehicle routing problem*, *traveling salesman problem*, *inventory routing problem* dan lain sebagainya.

PSO telah populer menjadi optimisasi global dengan sebagian besar permasalahan dapat diselesaikan dengan baik di mana variabel-variabelnya adalah bilangan riil.

Beberapa istilah umum yang biasa digunakan dalam Optimisasi *Particle Swarm* dapat didefinisikan sebagai berikut :

1. *Swarm* : populasi dari suatu algoritma.
2. *Particle*: anggota (individu) pada suatu *swarm*. Setiap *particle* merepresentasikan suatu solusi yang potensial pada permasalahan yang diselesaikan. Posisi dari suatu *particle* adalah ditentukan oleh representasi solusi saat itu.
3. *Pbest (Personal best)*: posisi *Pbest* suatu *particle* yang menunjukkan posisi *particle* yang dipersiapkan untuk mendapatkan suatu solusi yang terbaik.
4. *Gbest (Global best)* : posisi terbaik *particle* pada *swarm*.
Velocity (vektor): vektor yang menggerakkan proses optimisasi yang menentukan arah di mana suatu *particle* diperlukan untuk berpindah (*move*) untuk memperbaiki posisinya semula.

Prosedur standar untuk menerapkan algoritma PSO adalah sebagai berikut :

1. Inisialisasi populasi dari *particle-particle* dengan posisi dan *velocity* secara random dalam suatu ruang dimensi penelusuran.
2. Evaluasi fungsi fitness optimasi yang diinginkan di dalam variable d pada setiap *particle*.
3. Membandingkan evaluasi fitness *particle* dengan *Pbest*nya. Jika nilai yang ada lebih baik dibandingkan dengan nilai *Pbest*nya, maka *Pbest* diset sama dengan nilai tersebut dan P_i sama dengan lokasi *particle* yang ada X_i dalam ruang dimensional d .
4. Identifikasi *particle* dalam lingkungan dengan hasil terbaik sejauh ini.
5. Update *velocity* dan posisi *particle*.

6. Kembali ke step 2 sampai kriteria terpenuhi, biasanya berhenti pada nilai fitness yang cukup baik atau sampai pada jumlah maksimum iterasi.

Seperti halnya dengan algoritma evolusioner yang lain, algoritma PSO adalah sebuah populasi yang didasarkan penelusuran inisialisasi *particle* secara random dan adanya interaksi diantara *particle* dalam populasi. Di dalam PSO setiap *particle* bergerak melalui ruang solusi dan mempunyai kemampuan untuk mengingat posisi terbaik sebelumnya dan dapat bertahan dari generasi ke generasi.

2.9.1 Ukuran Swarm

Ukuran swarm atau populasi yang dipilih adalah tergantung pada persoalan yang dihadapi. Ukuran swarm yang umum digunakan berkisar antara 20 sampai 50. Hal tersebut telah dipelajari sejak dahulu bahwa PSO hanya perlu ukuran swarm atau populasi yang lebih kecil dibanding algoritma-algoritma evolusioner yang lain untuk mendapatkan solusisolusi terbaik.

2.9.2 Koefisien Akselerasi

Pada umumnya nilai-nilai untuk koefisien akselerasi c_1 dan $c_2 = 2$. Namun demikian, nilai koefisien akselerasi tersebut dapat ditentukan sendiri yang digunakan di dalam penelitian yang berbeda, biasanya nilai c_1 dan c_2 adalah sama dan berada pada rentang antara 0 sampai 4.

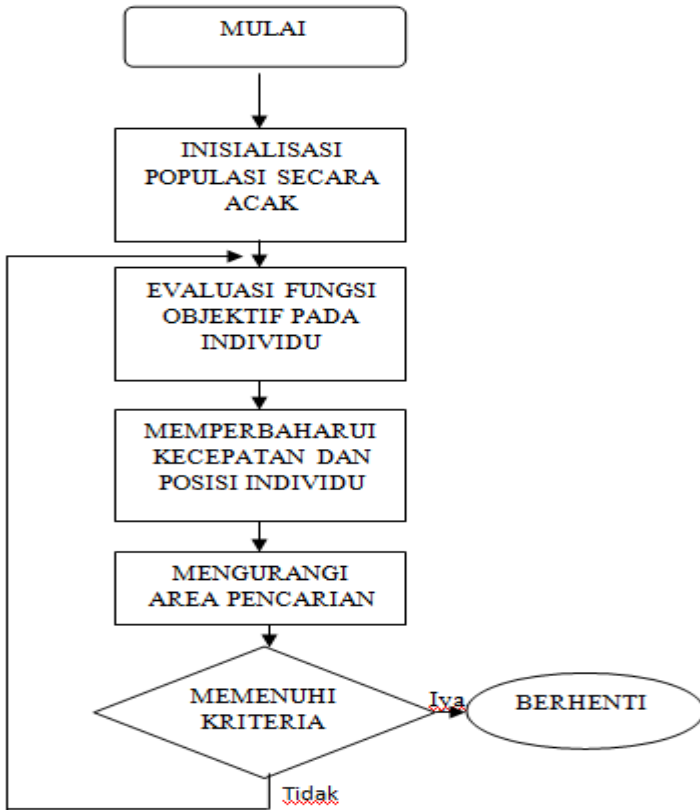
2.9.3 Updating Kecepatan

Perubahan *velocity* pada algoritma PSO terdiri atas tiga bagian yaitu *sosial part*, *cognitive part* dan *momentum part*. Ketiga bagian tersebut menentukan keseimbangan antara kemampuan penelusuran *global* dan *local*, oleh karena itu dapat memberikan performansi yang baik pada PSO.

2.9.4 Diagram Alir Algoritma PSO

Berdasarkan uraian diatas aliran algoritma PSO dimulai dari inisialisasi populasi secara random dan diteruskan dengan melakukan fungsi objektif pada individu. Setelah itu memperbarui kecepatan dan posisi individu serta Pbest dan Gbest. Apabila telah memenuhi kriteria

maka sistem akan berhenti melakukan pencarian dan jika tidak memenuhi kriteria maka akan kembali melakukan proses evaluasi fungsi objektif lagi. Penjelasan ini sesuai dengan diagram alir yang ditunjukkan pada gambar 2.3



Gambar 2.3 Diagram Alir Algoritma PSO

BAB III

PERANCANGAN SISTEM

Pada bab ini akan dibahas tentang beberapa tahapan dalam merancang algoritma untuk menyelesaikan permasalahan *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dengan *Particle Swarm Optimization*. Pada bagian pertama akan dijelaskan mengenai konsep umum penyelesaian masalah *Multi Depot Vehicle Routing Problem* dengan metode *Particle Swarm Optimization*.

3.1 Pengembangan Model *Multi Depot Vehicle Routing Problem*

Sebelum dilakukan formulasi model permasalahan, pada penelitian ini pertama-tama akan dijelaskan mengenai *problem statement* pada *multi-depot* untuk kategori *Vehicle Routing Problem*. Adapun *problem statement* dari permasalahan yang dihadapi dijelaskan pada paragraf berikut ini.

Setiap jasa pengiriman barang memiliki lebih dari satu depo untuk melakukan *transportation request* yang hendak dilayani. Tiap depo memiliki jumlah kendaraan yang sama. *Transportation request* dilakukan ke satu server yang membawahi depo-depo yang ada. Setiap *transportation request* terdiri dari informasi mengenai *origin* dan *destination point* yang dikehendaki oleh *customer*, beban yang diangkut dan waktu *service* pada kedua lokasi tersebut. Koordinat dari *origin* dan *destination point* disini digunakan untuk menentukan jarak dan *travel time* antara dua lokasi. *Destination point* memiliki *time window* tertentu dimana kendaraan bisa melakukan *service*. Jika kendaraan datang sebelum *early time window*-nya, maka kendaraan diharuskan menunggu. Sedangkan jika kendaraan datang melebihi *early time window*-nya dan tidak melebihi *latest time window*-nya, maka kendaraan dapat segera menuju konsumen. Untuk kendaraan sendiri, kendaraan yang digunakan adalah kendaraan yang memiliki kapasitas maksimum tertentu untuk mengangkut beban. Kendaraan juga memiliki waktu maksimum untuk melayani *requests* dalam rutenya, sehingga harus kembali ke depo yang sama pada waktu yang telah ditentukan[2].

Berdasarkan deskripsi pada paragraf di atas, maka permasalahan tersebut dapat dinotasikan sebagai berikut:

Fungsi obyektif pada permasalahan MDVRPTW adalah meminimumkan jumlah *travel time* tiap kendaraan dan *waiting time* setiap kendaraan pada setiap node.

$$\sum_{i=1}^{N+M} \sum_{j=1}^{N+M} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{Km} t_{i,j} X_{i,j}^{mk} + w_j^{mk} \quad (3.1)$$

Sedangkan batasan-batasan yang harus dipenuhi dalam mencapai fungsi obyektif pada permasalahan MDVRPTW di atas adalah sebagai berikut[4]:

a. *Flow Constraint*

Setiap *node* hanya dikunjungi sekali saja oleh satu armada pengangkut

$$\sum_{i=0}^{N+M} \sum_{j=1}^{N+M} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{Km} X_{j,i}^{mk} = 1 \quad (3.2)$$

$$\sum_{j=0}^{N+M} \sum_{i=1}^{N+M} \sum_{m=1}^M \sum_{k=1}^{Km} X_{i,j}^{mk} = 1 \quad (3.3)$$

Setiap kendaraan berangkat dari depo dan kembali ke depo.

$$\sum_{k=1}^{Km} \sum_{j=1}^N X_{0j}^{mk} = 1 \quad (3.4)$$

$$\sum_{k=1}^{Km} \sum_{i=1}^N X_{i0}^{mk} = 1 \quad (3.5)$$

b. *Capacity Constraint*

Total permintaan pada armada pengangkut tidak boleh melebihi kapasitas maksimum

$$\sum_{i=1}^{Km} d_i \sum_{k=1}^{Km} \sum_{j=1}^{N+M} X_{i,j}^{mk} \leq Q \quad (3.6)$$

c. *Time Window Constraint*

Setiap *node* mempunyai *time window* termasuk depo, setiap kendaraan harus datang tidak melebihi *time window* tiap *node*.

$$x_{ij} (b_i + t_{ij}) \leq l_j \quad (3.7)$$

$$b_i = a_i + s_i \quad (3.8)$$

$$a_j = \max\{e_j, b_i + t_{ij}\} \quad (3.9)$$

$$e_j > b_i + t_{ij} \rightarrow w_j = e_j - (b_i + t_{ij}) \quad (3.10)$$

$$e_j < b_i + t_{ij} \rightarrow w_j = 0 \quad (3.11)$$

Setiap kendaraan mulai service pada time window tiap node

$$e_i \leq a_i \leq l_i \quad (3.12)$$

Keterangan:

$N+M$ = Himpunan Node Konsumen dan Depo

K_m = Himpunan armada pengangkut

Q = Kapasitas maksimum tiap armada pengangkut

d_i = Jumlah permintaan node konsumen ke i

t_{ij} = Waktu tempuh (*travel time*) dari node i ke node j

w_j^{mk} = Waktu tunggu (*waiting time*) armada pengangkut k di node j

$X_{i,j}^{mk}$ = 1 : jika armada pengangkut k mengunjungi node j segera setelah node i , $i \neq j$
= 0 : jika lainnya.

b_j = Waktu selesai service di node j

a_i = Waktu mulai service di node i

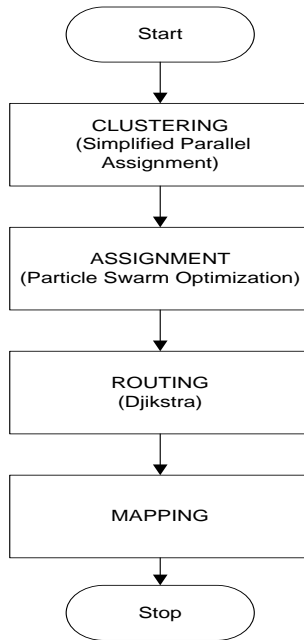
s_i = Waktu service di node i

e_j = Waktu awal (buka) time window di node j

l_i = Waktu akhir (tutup) time window di node i

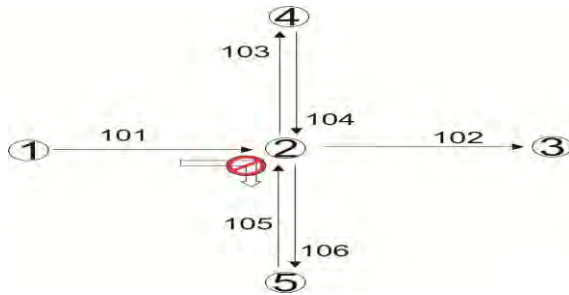
3.2 Langkah-langkah Pengerjaan MDVRP

Pada penyelesaian permasalahan ini secara garis besar akan dibagi keempat bagian seperti dicantumkan pada gambar 3.1 berikut:



Gambar 3.1 Diagram alir pengerjaan MDVRPTW

- Clustering: merupakan tahapan untuk mengumpulkan sejumlah konsumen dengan sebuah depo agar menjadi single Depo VRPTW. Kumpulan dari sebuah depo dan sejumlah konsumen selanjutnya disebut sebagai gugus.
- Assignment: tahapan untuk menentukan urutan kunjungan mulai dari konsumen pertama, kedua, ketiga, hingga konsumen terakhir dalam sebuah gugus
- Routing: dalam sebuah rute pengiriman, terdapat banyak alternative jalan yang dapat ditempuh dari sebuah depo konsumen pertama, atau dari sebuah kosumen ke konsumen selanjutnya, tahapan ini akan menentukan melalui jalan mana pengiriman akan dilakukan agar mencapai rute optimal yakni rute dengan jarak terpendek
- Mapping: agar data hasil optimasi dapat ditampilkan secara menarik dan mudah dipahami oleh pengguna maka dibuatlah rute yang akan menghubungkan antar node(depot-



Gambar 3.3 Jaringan jalan dengan aturan belokan

Tabel untuk jaringan jalan pada Gambar 3.1 adalah sebagai berikut:

Tabel 3.1 Atribut ruas jalan

kode_ruas	node_asal	node_tujuan	travel_time
101	1	2	4
102	2	3	5
103	2	4	6
104	4	2	6
105	5	2	3
106	2	5	3

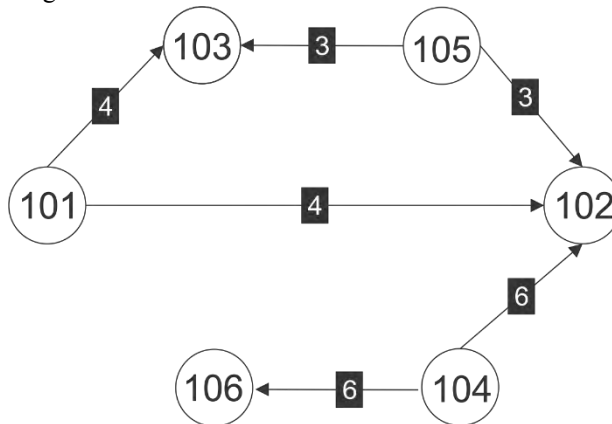
Tabel 3.2 Atribur aturan ruas jalan

kode_ruas	next_ruas
101	102
101	103
104	102
104	106
105	102
105	103

Pada table atribut ruas jalan terdapat kolom kode_ruas yang menunjukkan kode ruas jalan, kolom node_asal, kolom node_tujuan, dan kolom travel_time, yang menyatakan jarak dari ruas jalan dalam satuan waktu.

Pada tabel atribut ruas jalan terdapat kolom kode_ruas, dan next_ruas yang menyatakan jalan yang bias dilalui dengan mematuhi aturan belokan yang ada.

Dari jaringan di atas maka pemodelan dalam dapat dibentuk *graph* sebagai berikut.



Gambar 3.4 Representasi jaringan jalan dalam bentuk *graph*

Setelah didapat *graph* di atas, algoritma djikstra dapat diterapkan untuk mendapatkan lintasan terpendek dalam sebuah jaringan.

3.4 Tahapan *Simplyfied Parallel Assignment*[7]

Prosedur yang digunakan untuk menyelesaikan *Multi Depot Vehicle Routing Problem* adalah sebagai berikut:

- Mencari konsumen terdekat dari masing-masing depo. Konsumen terdekat ini selanjutnya diasosiasikan ke depo tersebut C(d).
- Untuk masing-masing konsumen, selanjutnya dicari 2 depo terdekat.
- Memanggil *time window* C(d) atau konsumen yang sebelumnya sudah diasosiasikan ke depo.

- d) Untuk masing-masing konsumen, dicari nilai DTW atau derajat kesamaan *time window* dengan 2 C(d) terdekat.
- e) Selanjutnya adalah menentukan afinitas dengan 2 depo terdekat melalui persamaan:

$$Afinitas(i, d) = \left\{ \frac{\sum_{j \in C(d) \cup \{d\}} e^{-(DTW(i,j) + TV_{ij})}}{|C|} \right\} d \in D, i, j \in C \quad (3.13)$$

Dimana:

D = himpunan depo dalam MDVRPTW

C = himpunan konsumen dalam MDVRPTW

C(d) = himpunan dari konsumen yang telah dikelompokkan dengan depo d.

- f) Menentukan *closeness* melalui persamaan:

$$Closeness(i, j) = \frac{d(i, j)}{Afinitas(i, j)} \quad j \in D, i \in C \quad (3.14)$$

- g) Mencari μ_c melalui persamaan:

$$\mu_c = Closeness(c, dc'(c)) - Closeness(c, dc''(c)) \quad c \in C \quad (3.15)$$

Dimana :

μ_c = urgensi masing-masing konsumen

- h) Konsumen dengan nilai μ_c tertinggi berhak dikelompokkan dengan depo terdekat
- i) Apabila persediaan pada depo terdekat sudah habis, maka konsumen selanjutnya akan dikelompokkan dengan depo terdekat kedua.

3.5 Algoritma PSO untuk Permasalahan MDVRP[5]

3.5.1 Inisialisasi Partikel

Parameter yang dioptimisasi dalam sistem ini adalah travel time yang ter interkoneksi pada sistem tersebut dengan memperhitungkan *time window*. Sehingga penentuan posisi awal partikel awal, adalah nilai *travel time* yang ditentukan secara acak.

Nilai *travel time* tersebut, pada iterasi ke-0, akan dibagikan ke setiap partikel. Proses pembagian nilai pada setiap partikel ada sama dengan metode inti dari PSO, dengan menggunakan pBest dan gBest yang didapat setelah perhitungan *travel time* setiap partikel. Sehingga pada iterasi ke-0, nilai posisi partikel dalam proses inisialisasi ini bernilai total *travel time* setiap partikel.

3.5.2 Fitness Partikel

Pada fase ini sudah memasuki tahap iterasi ke-1 hingga iterasi maksimum. Pada tiap iterasi, nilai fitness partikel sama dengan nilai dari total *travel time*. Namun fungsi evaluasi objektif atau *fitness* ini ditujukan untuk perbandingan nilai di setiap iterasi. Nilai *fitness partikel* disetiap iterasi berbeda-beda. Nilainya akan berubah dengan nilai total *travel time* pada iterasi ke-i, apabila total *travel time* lebih optimal dari nilai iterasi sebelumnya maka akan dipakai nilai total *travel time* yang baru. Dan akan bernilai tetap apabila total *travel time* tidak seoptimal nilai total *travel time* sebelumnya.

3.5.3 Menentukan Nilai pBest dan gBest

pBest adalah nilai posisi partikel lokal, penentuan pBest pada iterasi ke-1 hingga iterasi maksimum adalah nilai total *travel time* di setiap partikel. Nilai pBest didapat setelah melalui fase *fitness particle*. Nilai pBest bergantung pada nilai *fitness particle*, sehingga berubah nilai tiap iterasinya. Sedangkan nilai gBest adalah yang terbaik dari setiap nilai pBest. Dari nilai pBest, menentukan nilai yang paling optimal, Pada kasus Tugas Akhir ini adalah pencarian nilai minimum *travel time*.

3.5.4 Updating Kecepatan

Pada tahap ini, hitung kecepatan dari semua partikel. Semua partikel bergerak menuju titik optimal dengan suatu kecepatan. Awalnya semua kecepatan dari partikel diasumsikan sama dengan nol. Set iterasi $i=1$.

$$V_j(i) = V_j(i-1) + c_1 r_1 [pBest - x_j(i-1)] + c_2 r_2 [gBest - x_j(i-1)], j = 1, 2, \dots, N \quad (3.16)$$

Dimana c_1 dan c_2 masing-masing adalah *learning rates* untuk kemampuan individu dan pengaruh social, dan r_1 dan r_2 bilangan random yang terdistribusi uniform dalam interval 0-1. Jadi parameter c_1 dan c_2 menunjukkan bobot dari memory (*position*) sebuah partikel terhadap memori dari kelompok (*swarm*). Nilai dari c_1 dan c_2 biasanya adalah 2 sehingga perkalian $c_1 r_1$ dan $c_2 r_2$ memastikan bahwa partikel-partikel akan mendekati target sekitar setengah selisihnya.

3.5.5 Updating Posisi

Hitung posisi pada partikel dengan cara

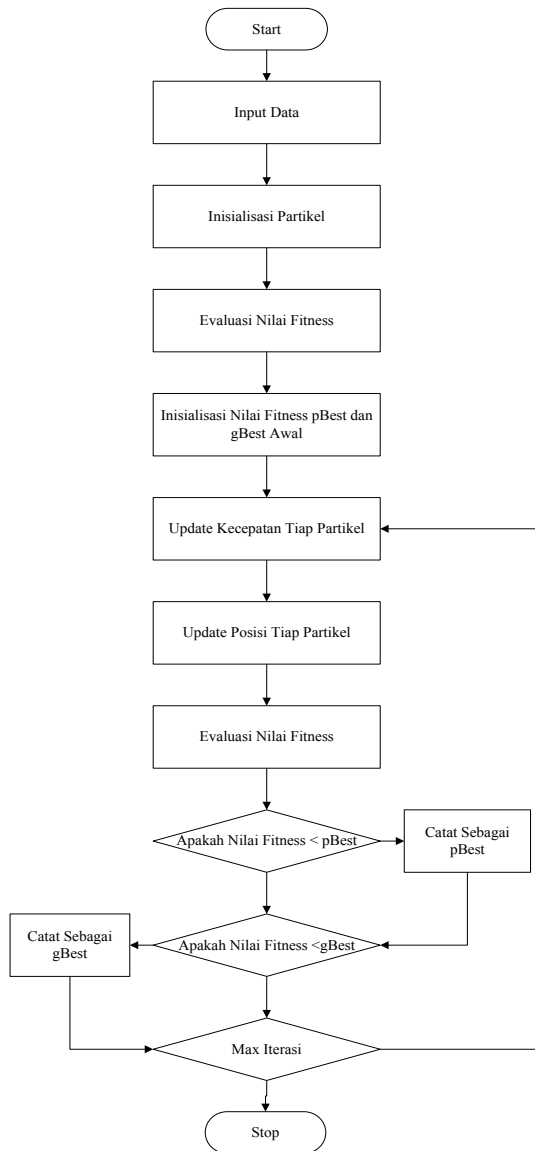
$$X_j(i) = X_j(i-1) + V_j(i); j = 1, 2, \dots, N \quad (3.17)$$

Cek apakah solusi yang sekarang sudah konvergen. Jika posisi semua partikel menuju ke satu nilai yang sama, maka ini disebut konvergen. Jika belum konvergen maka dilakukan *updating* kecepatan dengan memperbaharui iterasi $i=i+1$, dengan cara menghitung nilai baru dari pBest dan Best. Proses iterasi ini dilanjutkan sampai semua partikel menuju satu titik solusi yang sama.

3.5.6 Parameter *Particle Swarm Optimization*

Dalam algoritma PSO ada beberapa parameter yang memang ditentukan sejak awal. Parameter-parameter tersebut nantinya akan dirubah secara berulang dan dilihat hasilnya. Hasil dari parameter-parameter tersebut nantinya dibandingkan dan dilihat sifat-sifatnya.

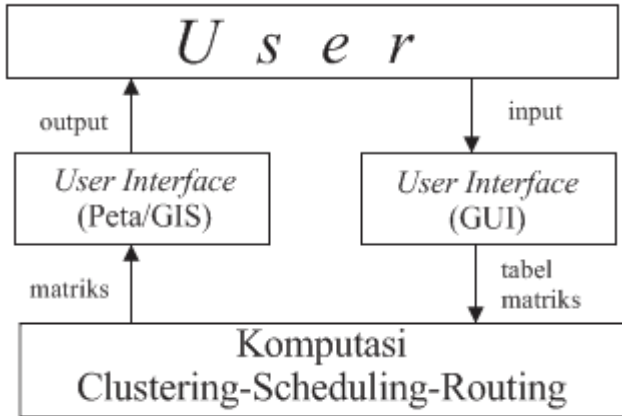
V	= Kecepatan (<i>velocity</i>) dari <i>particle</i>
$c1.c2$	= <i>Coefficients acceleration</i>
X_j	= <i>Update posisi particle</i>
$X_j(i)$	= posisi <i>particle i</i>
Swarm	= Banyaknya agen burung yang digunakan dalam optimasi
Max Iteration	= nilai yang menunjukkan setelah iterasi beberapa program akan dihentikan.



Gambar 3.5 Diagram Alir Algoritma PSO untuk permasalahan MDVRP

3.6 Perancangan Perangkat Lunak

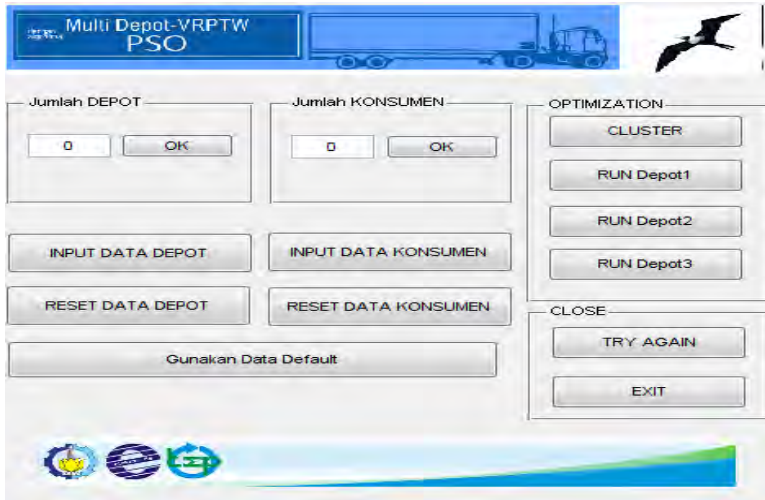
Perancangan perangkat lunak ini terbagi menjadi beberapa bagian. Pada bagian awal ialah pembuatan database jaringan jalan yang berupa tabel-tabel. Untuk menggunakan database tersebut digunakan GUI untuk memasukkan data ke proses optimasi.



Gambar 3.5 Skema perangkat lunak

3.7 Perancangan *Graphical User Interface* (GUI)

Untuk memudahkan *user* memakai aplikasi ini, maka untuk memasukkan data input akan digunakan GUI sebagai antarmukanya. Tampilan awal GUI adalah sebagai berikut.

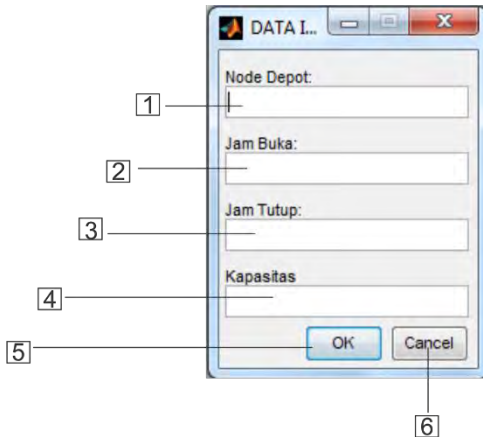


Gambar 3.6 Tampilan Awal GUI

Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut :

1. Untuk memasukkan data jumlah konsumen.
2. Untuk memasukkan data jumlah depo.
3. Untuk memanggil window input data depo.
4. Untuk mengosongkan memori data depo.
5. Untuk memanggil data depo dan data konsumen yang sebelumnya sudah disimpan di *coding* matlab.
6. Untuk mengosongkan memori data konsumen.
7. Untuk memanggil *window input data konsumen*.
8. Untuk mengakhiri program.
9. Untuk mengosongkan seluruh memori dan memulai program dari awal.
10. Untuk menjalankan optimasi *Particle Swarm Optimization* dan dijkstra pada masing-masing depo dan memanggil window parameter ACS.

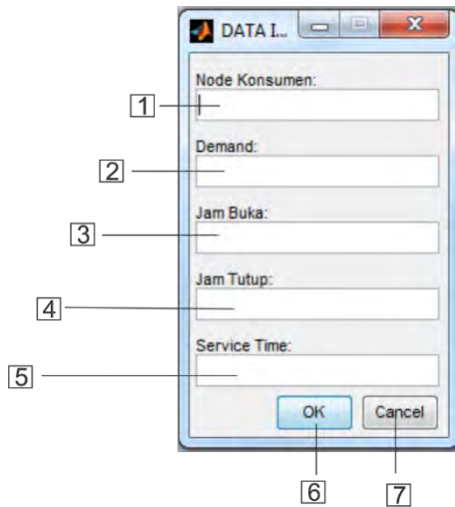
11. Untuk menjalankan program clustering dengan menggunakan metode *simplified parallel assignment*.



Gambar 3.7 Window input data depo

Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut :

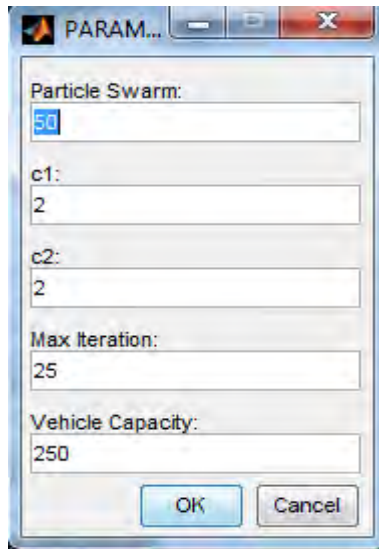
1. Untuk memasukkan *node* depo, keterangan *node* depo dapat dilihat pada lampiran.
2. Untuk memasukkan waktu kapan depo tersebut mulai melayani permintaan konsumen.
3. Untuk memasukkan waktu kapan depo tersebut berhenti melayani permintaan konsumen.
4. Untuk memasukkan persediaan atau kapasitas harian dari depo tersebut.
5. Untuk mengkonfirmasi data yang dimasukkan telah benar.
6. Untuk kembali pada GUI awal.



Gambar 3.8 *Window input data konsumen*

Fungsi dari masing-masing komponen adalah sebagai berikut :

1. Untuk memasukkan *node* konsumen, keterangan *node* dapat dilihat pada lampiran.
2. Untuk memasukkan jumlah permintaan dari konsumen per satuan.
3. Untuk memasukkan waktu kapan konsumen tersebut dapat menerima pengiriman barang.
4. Untuk memasukkan waktu terakhir konsumen tersebut dapat menerima pengiriman barang.
5. Untuk memasukkan lamanya proses bongkar muat barang.
6. Untuk mengkonfirmasi data yang dimasukkan telah benar.
7. Untuk kembali pada GUI awal.



Gambar 3.9 *Window parameter PSO*

Window parameter PSO berisikan sekumpulan parameter sesuai yang tercantumpada sub bab 3.6.6

BAB IV

PENGUJIAN DAN ANALISIS SISTEM

Bab ini menjelaskan tentang tahap pengumpulan data, pengolahan data, implementasi, dan pengujian algoritma pada perangkat lunak yang telah dibuat.

4.1 Pengumpulan Data[10]

Pada penelitian ini, data yang digunakan adalah data jaringan jalan di kota Surabaya yang berupa waktu tempuh (*travel time*) yang menyatakan jarak antar dua buah node.

Data yang digunakan dibedakan menjadi dua kelompok data. Kelompok data pertama ialah kelompok data statis, yaitu data yang tidak mengalami perubahan dalam waktu yang lama. Kelompok data statis meliputi :

1. Data ruas jalan
2. Data aturan jalan
3. Data lokasi konsumen dan depo
4. Data jarak antar konsumen
5. Data jenis barang

Sedangkan yang termasuk dalam kelompok data dinamis adalah data transaksi seperti data pelanggan, alamat pemesanan, jumlah pemesanan, waktu pelayanan, lama pelayanan, serta urutan kunjungan yang dilakukan masing-masing armada untuk melayani seluruh pelanggan.

4.1.1 Data Ruas Jalan

Untuk data ruas jalan dalam penelitian ini digunakan data hasil penelitian sebelumnya yakni pada tugas akhir Hendra pada tahun 2004. Pengkodean data jalan dilakukan pada jalan arteri dan jalan kolektor yang berkaitan dengan data konsumen, dan dapat dilihat pada halaman lampiran.

4.1.2 Data Aturan Ruas Jalan

Data aturan ruas jalan dibutuhkan untuk mengetahui ruas jalan mana saja yang dapat dilalui dari suatu ruas jalan. Dari data aturan dapat

terlihat apakah jalan tersebut satu arah atau dua arah. Data aturan ruas jalan diperoleh melalui survey lapangan.

4.1.3 Data Lokasi Konsumen dan Depo

Pada penelitian ini data lokasi depo menggunakan data depo perusahaan air minum dalam kemasan CLEO yang memiliki 3 buah depo di kota Surabaya yaitu di jalan H.R. Muhammad, Baliwerti, dan Jagir Wonokromo. Sedangkan untuk lokasi konsumen, data bersifat intuitif dan dimasukkan secara acak. Atribut nomor node merupakan asumsi, sehingga alamat node konsumen maupun depo ditentukan dengan penyesuaian nomor agar posisinya tidak jauh berbeda dengan lokasi aslinya.

4.1.4 Data Rute Pelayanan Konsumen

Untuk mendapatkan rute pelayanan konsumen, data konsumen yang sebelumnya dimasukkan secara acak akan dihitung menggunakan optimasi Ant Colony System.

4.2 Pengolahan Data

Pengolahan data dibagi menjadi 2 bagian, yakni pengolahan data jalan dan pengolahan data pelayanan konsumen. Masing-masing dijelaskan sebagai berikut :

4.2.1 Pengolahan Data Jalan

Seperti dijelaskan pada sub bab permodelan jaringan jalan, data jaringan jalan pada kota Surabaya dimulai dengan menentukan node-node di atas peta. Node-node tersebut merupakan representasi dari titik persimpangan, titik belokan dan titik pertemuan dua jalan.

Setelah didapatkan data node, langkah selanjutnya ialah melakukan pengkodean ruas jalan. Pada tabel ruas jalan terdapat kolom node asal dan tujuan yang berkaitan dengan tabel node.

Selanjutnya ialah menentukan aturan jalan yang disimpan dalam tabel *next_ruas* serta penyusunan tabel jalan yang memberikan informasi mengenai nama jalan dari tiap-tiap ruas yang dikodekan.

4.2.2 Pengolahan Data Pemesanan Pelanggan

Data pemesanan oleh pelanggan dimasukkan melalui GUI yang telah dijelaskan pada sub bab perancangan *graphical user*

interface(GUI). Data yang telah dimasukkan akan ditampilkan melalui command window matlab yang tersaji dalam bentuk matriks.

4.3 Data Depo Dan Konsumen

Dalam pengujian ini digunakan data pesanan yang diasumsikan telah dilakukan satu hari sebelum hari pengiriman. Data depo dan konsumen disajikan dalam tabel berikut :

Tabel 4.1 Data depo pengujian

Nama	Node	Persediaan	Time Begin	Time End
Depo 1	66	450	7:00	15:00
Depo 2	277	500	7:00	17:00
Depo 3	322	500	7:00	17:00

Tabel 4.2 Data konsumen pengujian

Nama	Node	Permintaan	Time Begin	Time End
Konsumen 1	1	25	7:00	8:00
Konsumen 2	7	30	7:00	8:00
Konsumen 3	12	20	7:00	8:00
Konsumen 4	21	35	9:00	9:00
Konsumen 5	46	30	8:00	10:00
Konsumen 6	60	45	7:00	10:00
Konsumen 7	95	50	7:00	8:00
Konsumen 8	135	35	7:00	8:00
Konsumen 9	177	50	8:00	11:00
Konsumen 10	189	40	7:00	11:00
Konsumen 11	210	55	8:00	10:00
Konsumen 12	244	15	8:00	11:00
Konsumen 13	256	25	7:00	9:00

Konsumen 14	289	35	8:00	9:00
Konsumen 15	315	50	7:00	8:00
Konsumen 16	333	55	8:00	12:00
Konsumen 17	376	20	8:00	10:00
Konsumen 18	402	25	7:00	10:00
Konsumen 19	355	45	7:00	8:00
Konsumen 20	400	35	7:00	12:00
Konsumen 21	235	20	8:00	9:00
Konsumen 22	104	50	9:00	11:00
Konsumen 23	144	30	11:00	12:00
Konsumen 24	140	20	9:00	11:00
Konsumen 25	101	30	12:00	13:00
Konsumen 26	254	45	14:00	15:00
Konsumen 27	141	35	10:00	12:00
Konsumen 28	221	15	13:00	14:00
Konsumen 29	174	10	9:00	10:00
Konsumen 30	264	15	10:00	11:00
Konsumen 31	248	20	7:00	9:00
Konsumen 32	298	20	7:00	9:00
Konsumen 33	386	20	7:00	9:00
Konsumen 34	39	20	7:00	9:00
Konsumen 35	81	20	7:00	9:00
Konsumen 36	44	20	8:00	10:00
Konsumen 37	62	20	8:00	10:00
Konsumen 38	28	20	8:00	10:00
Konsumen 39	4	20	10:00	10:00
Konsumen 40	113	20	8:00	10:00
Konsumen 41	106	20	9:00	12:00
Konsumen 42	181	20	9:00	12:00

Konsumen 43	175	20	9:00	12:00
Konsumen 44	205	20	9:00	12:00
Konsumen 45	161	20	9:00	12:00
Konsumen 46	292	20	10:00	12:00
Konsumen 47	242	20	10:00	12:00
Konsumen 48	399	20	10:00	12:00
Konsumen 49	408	20	10:00	12:00
Konsumen 50	296	20	10:00	12:00

4.4 Pemilihan Parameter *Particle Swarm Optimization*

Pengujian dilakukan dengan menggunakan 50 node konsumen, dan jumlah iterasi maksimal 20, sedangkan untuk nilai c_1, c_2, swarm bervariasi. Tujuan pengujian yang dilakukan adalah untuk mengetahui pengaruh terhadap rute optimum dengan adanya variasi dari parameter-parameter *Particle Swarm Optimization*. Nilai yang dibandingkan dari pengujian ini adalah ; total travel time, jumlah kendaraan akhir, dan waktu komputasi.

Pengujian yang dilakukan dengan menentukan nilai $c_2 = 2$, jumlah swarm = 20, iterasi maksimal = 20, dengan nilai c_1 yang divariasikan mulai dari 1, 2, 3 untuk mencari nilai c_1 yang terbaik.

Pengujian selanjutnya dilakukan dengan cara yang sama sesuai dengan parameter uji yang dilakukan dimana parameter uji divariasikan dan parameter lainnya konstan.

Dari masing-masing parameter yang diujikan akan dicari 1 parameter yang menghasilkan rute optimal (*travel time* paling minimum) dari masing-masing depo. Kemudian dari parameter terbaik tersebut akhirnya digunakan untuk menemukan hasil optimasi dari masing-masing depo.

Tabel 4.3 Data pemilihan parameter PSO

c1 (c1 = x, c2 = 2, Swarm = 20)




	1		2		3	
Depo 1	47:38	8	52:01	7	48:1	7
Depo 2	44:28	3	42:06	3	44:03	3
Depo 3	27:06	5	28:03	5	30:16	5

c2 (c1 = 2, c2 = x, Swarm = 20)

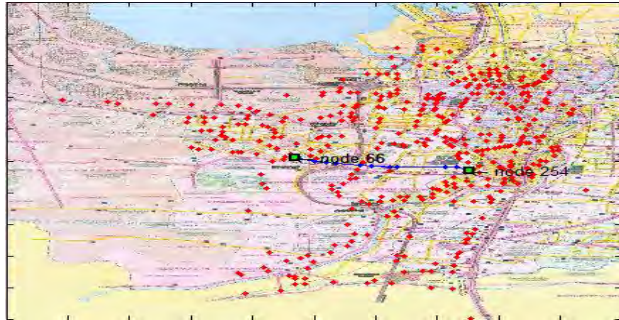
	1		2		3	
Depo 1	52:09	7	57:19	7	44:49	7
Depo 2	40:25	3	42:57	3	36:08	3
Depo 3	26:00	5	28:41	5	25:15	5

Jumlah Swarm (c1 = 2, c2 = 2, Swarm=x)

	20		35		50	
Depo 1	3:27	7	3:18	7	3:12	7
Depo 2	0:56	2	0:57	3	0:53	2
Depo 3	0:56	3	0:59	4	0:57	3

Keterangan :  = Total travel time (jj:mm)  = hasil terbaik
 = Jumlah kendaraan

'Adityawarman' → 'Adityawarman' → 'Mayjen Sungkono' →
 'Mayjen Sungkono' → '**Mayjen Sungkono**' → 'Mayjen Sungkono' →
 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' →
 '**Mayjen HR Muhammad**'



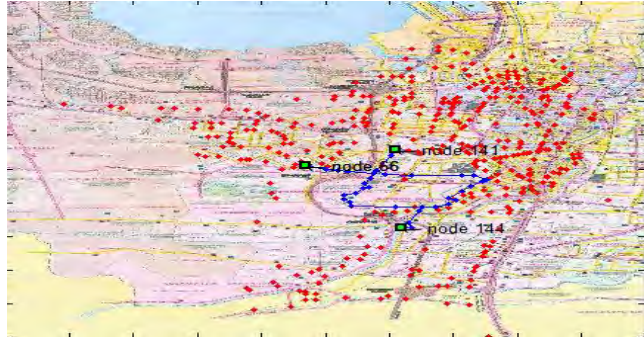
Gambar 4.1 Rute kendaraan 1 depo 1

- Rute Kendaraan 2 = 66 141 144 66
- Rute Komplit

66 → 77 → 85 → 381 → 121 → 123 → 132 → **141** → 132
 → 123 → 129 → 157 → 380 → 209 → 194 → 208 195 → 177
 → 170 → 169 → 154 → 156 → **144** → 156 154 → 169 → 91
 → 90 → 101 → 107 → 117 → 110 118 → 121 → 381 →
 77 → **66**

'**Mayjen HR Muhammad**' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen
 Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → 'Raya Dukuh Kupang' →
 'Raya Dukuh Kupang' → 'Raya Dukuh Kupang' → '**Raya Dukuh
 Kupang**' → 'Raya Dukuh Kupang' → 'Raya Dukuh Kupang' →
 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' →
 'Adityawarman' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam
 Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Gunung Sari' →
 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari' → '**Kebon Agung**' → 'Kebon Agung'
 → 'Kebon Agung' → 'Agung' → 'Agung' → 'Kebon Agung' →
 'Kebon Agung' → 'Kebon Agung' → 'Gunung Sari' → 'Golf' →
 'Golf' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Dukuh

Pakis' → 'Dukuh Pakis' → 'Dukuh Pakis' → 'Mayjen Sungkono' →
 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen HR Muhammad'



Gambar 4.2 Rute kendaraan 2 depo 1

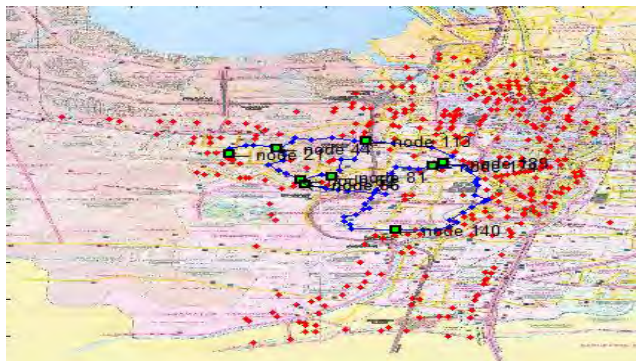
- Rute Kendaraan 3 = 66 81 113 189 44 62 21 140
174 66

- Rute Komplit

66 → 62 → 75 → 81 → 86 → 87 → 99 → 113 → 134 → 173 →
 198 → 189 → 198 → 80 → 68 → 57 → 55 → 44 → 50 → 51 →
 404 → 38 → 46 → 52 → 62 → 52 → 50 → 44 → 41 → 32 → 28
 → 22 → 21 → 22 → 28 → 32 → 41 → 44 → 50 → 52 → 62 →
 66 → 77 → 85 → 381 → 121 → 118 → 110 → 117 → 107 →
 101 → 90 → 91 → 94 → 96 → 140 → 170 → 177 → 195 → 208
 → 194 → 209 → 228 → 400 → 254 → 234 → 239 → 233 →
 238 → 174 → 164 → 152 → 141 → 132 → 123 → 129 → 121 →
 381 → 77 → 66

'Kupang Indah' → 'Kupang Indah XVII' → 'Kupang Indah X' →
 'Raya Kupang Jaya' → 'Raya Kupang Jaya' → 'Raya Kupang Jaya'
 → 'Simogunung' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip'
 → 'Girilaya' → 'Girilaya' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Banyu
 Urip' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Tandes' → 'Tandes' →
 'Sukomanunggal' → 'Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' →
 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya

Sukomanunggal' → 'Darmo Baru Barat' → 'Darmo Baru Barat' →
 'Kupang Indah' → 'Kupang Indah' → 'Darmo Baru Barat' → 'Darmo
 Baru Barat' → 'Raya Sukomanunggal' → **'Raya Sukomanunggal'** →
 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Satelit
 Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan'
 → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit
 Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Raya
 Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya
 Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Darmo Baru Barat'
 → 'Darmo Baru Barat' → 'Kupang Indah' → 'Kupang Indah' →
 'Mayjen HR Muhammad' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen
 Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → 'Dukuh Pakis' → 'Dukuh Pakis
 ' → 'Dukuh Pakis ' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Jajar' → 'Jajar' →
 'Golf' → 'Golf' → 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari'
 → 'Gunung Sari' → **'Hayam Wuruk'** → 'Hayam Wuruk' →
 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' →
 'Adityawarman' → 'Patmo Susanto' → 'Patmo Susanto' → 'Patmo
 Susanto' → 'Kembang Kuning' → 'Kembang Kuning' → 'Kembang
 Kuning' → 'Banyu Urip Wetan V' → **'Banyu Urip Wetan V'** →
 'Jarak' → 'Jarak' → 'Putat Jaya' → 'Raya Dukuh Kupang' → 'Raya
 Dukuh Kupang' → 'Raya Dukuh Kupang' → 'Mayjen Sungkono' →
 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → **'Mayjen HR
 Muhammad'**



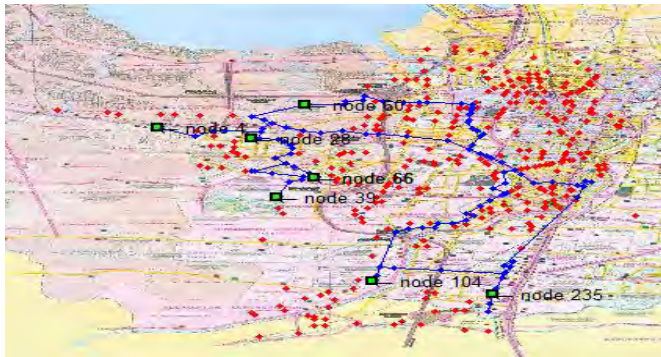
Gambar 4.3 Rute kendaraan 3 depo 1

- Rute Kendaraan 4 = 66 39 4 235 104 60 28 66
- Rute Komplit

66 → 58 → 56 → 49 → 39 → 49 → 56 → 58 → 391 → 27 → 30 → 46 → 38 → 41 → 32 → 33 → 17 → 14 → 1 → 4 → 1 → 14 → 17 → 33 → 34 → 37 → 100 → 113 → 134 → 173 → 198 → 219 → 231 → 243 → 264 → 401 → 289 → 314 → 347 → 245 → 263 → 258 → 251 → 378 → 377 → 236 → 222 → 229 → 235 → 377 → 378 → 247 → 104 → 112 → 114 → 127 → 137 → 151 → 169 → 170 → 177 → 195 → 208 → 194 → 209 → 252 → 248 → 264 → 243 → 231 → 219 → 211 → 198 → 387 → 212 → 216 → 393 → 207 → 204 → 205 → 206 → 191 → 161 → 148 → 130 → 120 → 98 → 95 → 84 → 82 → 60 → 33 → 32 → 28 → 32 → 41 → 44 → 50 → 51 → 404 → 38 → 46 → 52 → 66

'Mayjen HR Muhammad' → 'Putat Gede' → 'Putat Gede' → 'Putat Gede' → 'Putat Gede' → 'Putat Gede' → 'Mayjen HR Muhammad' → 'Mayjen HR Muhammad' → 'Darmo Permai I' → 'Darmo Permai I' → 'Darmo Baru Barat' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Raya Satelit Indah' → 'Raya Satelit Utara' → 'Darmo Indah Selatan' → 'Darmo Indah Selatan' → 'Raya Satelit Utara' → 'Raya Satelit Indah' → 'Raya Satelit Indah' → 'Tandes' → 'Tandes' → 'Tandes' → 'Tandes' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Banyu Urip' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Kutei' → 'Bengawan' → 'Bengawan' → 'Darmo Kali' → 'Dinoyo' → 'Ngagel' → 'Ngagel' → 'Ngagel' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Achmad Yani' → 'Gayung Kebon Sari' → 'Gayung Kebon Sari' → 'Gayung Kebon Sari' → 'Kebon Sari' → 'Kebon Sari' → 'Kebon Sari' → 'Kebon Sari' → 'Kebon Sari' → 'Jambangan' → 'Karah' → 'Karah' →

'Karah' → 'Kebon Agung' → 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Adityawarman' → 'Kampar Wetan V' → 'Indragiri' → 'Indragiri' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Pasar Kembang' → 'Pasar Kembang' → 'Pasar Kembang' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Asem Raya' → 'Asem Raya' → 'Dupak Rukun' → 'Simorejo II' → 'Tanjung Sari' → 'Tanjung Sari' → 'Tanjung Sari' → 'Tandes' → 'Tandes' → 'Raya Satelit Indah' → 'Raya Satelit Indah' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Darmo Baru Barat' → 'Darmo Baru Barat' → 'Kupang Indah' → Mayjen HR Muhammad'

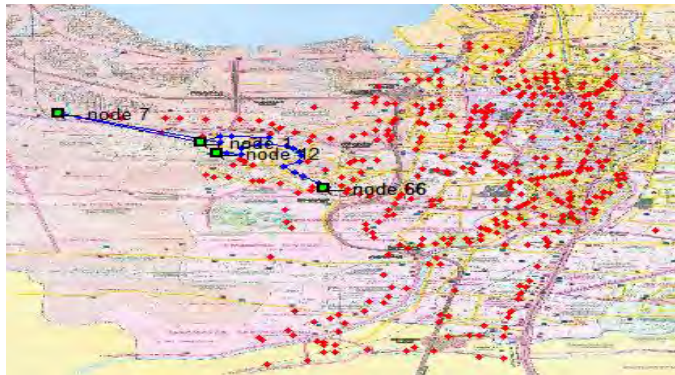


Gambar 4.4 Rute kendaraan 4 depo 1

- Rute Kendaraan 5 = 66 1 7 12 66
- Rute Komplit

66 → 62 → 52 → 46 → 38 → 404 → 1 → 50 → 44 → 7
 → 32 → 33 → 17 → 12 → 15 → 21 → 22 → 28 32 →
 41 → 44 → 50 → 51 → 404 → 38 → 46 → 66

'Mayjen HR Muhammad' → 'Kupang Indah' → 'Darmo Baru Barat'
 → 'Darmo Baru Barat' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya
 Sukomanunggal' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya
 Sukomanunggal' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Raya
 Satelit Indah' → 'Raya Satelit Utara' → 'Darmo Indah Selatan' →
 'Raya Darmo Indah' → 'Darmo Harapan I' → 'Darmo Harapan' →
 'Darmo Harapan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Satelit
 Selatan' → 'Satelit Selatan' → 'Raya Sukomanunggal' → 'Raya
 Sukomanunggal' → 'Darmo Baru Barat' → 'Mayjen HR
 Muhammad'



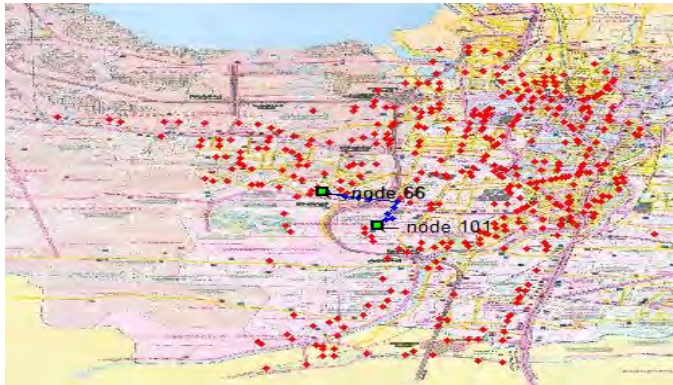
Gambar 4.5 Rute kendaraan 5 depo 1

- Rute Kendaraan 6 = 66 101 66
- Rute Komplit

66 → 77 → 85 → 381 → 121 → 118 → 110 → 117 → 107
 → 101 → 107 → 117 → 110 → 66

'Mayjen HR Muhammad' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen
 Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → 'Dukuh Pakis' → 'Dukuh
 Pakis' → 'Dukuh Pakis' → 'Jajar' → 'Jajar' 'Jajar' → 'Jajar' 'Dukuh

Pakis' → 'Dukuh Pakis' → 'Dukuh Pakis' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen Sungkono' → 'Mayjen HR Muhammad'

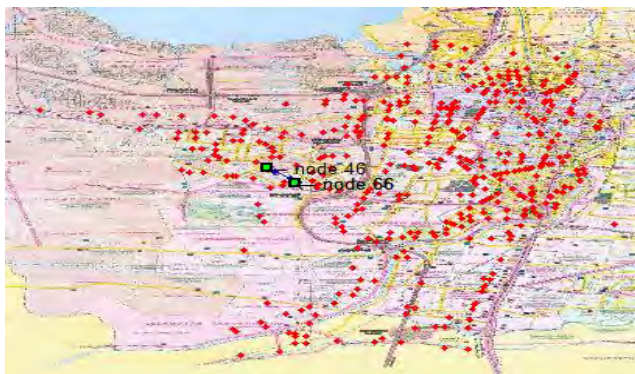


Gambar 4.6 Rute kendaraan 6 depo 1

- Rute Kendaraan 7 = 66 46 66
- Rute Komplit

66 → 62 → 52 → 46 → 52 → 62 → 66

'Mayjen HR Muhammad' → 'Kupang Indah' → 'Darmo Baru Barat' → 'Darmo Baru Barat' → 'Kupang Indah' → 'Mayjen HR Muhammad'



Gambar 4.7 Rute kendaraan 7 depo 1

4.6.2 Hasil Optimasi Depo 2

- Posisi node = 'Kramat Gantung' 'Jaksa Agung Suprpto' 'Simorejo II' 'Pecindilan' 'Gang Besar' 'Pacuan Kuda' 'Indrapura' 'Semarang' 'Tidar' 'Anjasmoro' 'Kali Butuh' 'Petemon Kali' 'Petemon Barat' 'Simorejo II'
- Travel time = 32 menit 8 detik
- Jumlah akhir kendaraan = 3

- Rute Kendaraan 1 = 277 95 135 277

- Rute Komplit

277 → 267 → 260 → 206 → 191 → 161 → 148 → 130 → 120 → 98 → 95 → 98 → 120 → 139 → 136 → 135 → 136 → 139 → 142 → 146 → 148 → 161 → 191 → 206 → 407 → 224 → 295 → 277

'Baliwerti' → 'Praban' → 'Kranggan' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Asem Raya' → 'Asem Raya' → 'Dupak Rukun' → 'Dupak Rukun' → 'Asem Raya' → 'Asem Raya' → 'Kali Butuh' → 'Tembok Buntaran' → 'Tidar' → 'Pacuan Kuda' → 'Pacuan Kuda' → 'Pacuan Kuda' → 'Tidar' → 'Tembok Buntaran' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Semarang' → 'Semarang' → 'Tembaan' → 'Baliwerti'



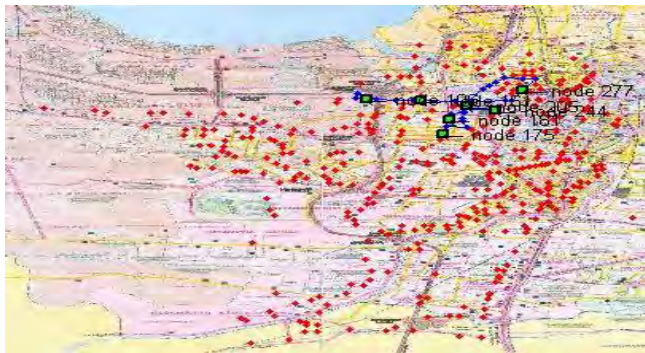
Gambar 4.6 Rute kendaraan 1 depo 2

- Rute Kendaraan 2 = 277 161 106 244 205 175 181 277

- Rute Komplit

277 → 267 → 260 → 206 → 191 → 161 → 148 → 130 → 120 → 98 → 95 → 106 → 95 → 161 → 191 → 206 → 205 → 204 → 244 → 204 → 205 → 204 → 395 → 394 → 197 → 207 → 181 → 186 → 200 → 395 → 204 → 205 → 206 → 407 → 224 → 237 → 242 → 259 → 277

'Baliwerti' → 'Praban' → 'Kranggan' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Asem Raya' → 'Asem Raya' → 'Dupak Rukun' → 'Simorejo II' → 'Simorejo II' → 'Dupak Rukun' → 'Asem Raya' → 'Asem Raya' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Kali Butuh' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Anjasromo' → 'Anjasromo' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Kedung Anyar' → 'Petemon Kali' → 'Petemon Kali' → 'Petemon Kali' → 'Kawi' → 'Bukit Barisan' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Arjuna' → 'Semarang' → 'Semarang' → 'Semarang' → 'Tembaan' → 'Baliwerti'

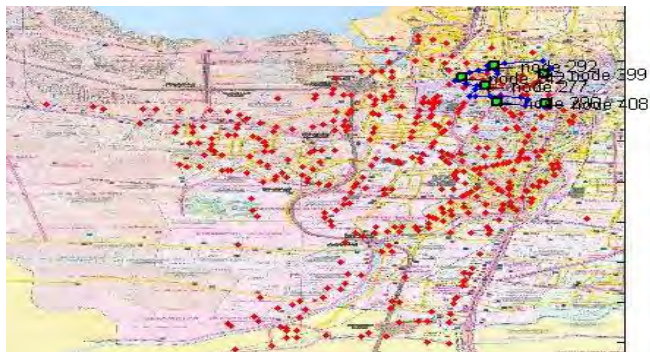


Gambar 4.8 Rute kendaraan 2 depo 2

- Rute Kendaraan 3 = 277 296 408 242 399 292 277
- Rute Komplit

277 → 287 → 296 → 338 → 360 → 408 → 360 → 338 → 343
 → 330 → 409 → 287 → 267 → 237 → 242 → 259 → 271 →
 282 → 283 → 292 → 309 → 358 → 366 → 364 → 399 → 364
 → 292 → 295 → 277

'Baliwerti' → 'Tunjungan' → 'Gang Besar' → 'Walikota Mustajab' →
 'Agung Suprpto' → 'Agung Suprpto' → 'Walikota Mustajab' →
 'Genteng Kali' → 'Genteng Kali' → 'Genteng Kali' → 'Genteng Kali'
 → 'Praban' → 'Praban' → 'Bubutan' → 'Bubutan' → 'Raden Saleh'
 → 'Raden Saleh' → 'Semarang' → 'Semarang' → 'Pasar Turi' →
 'Pasar Turi' → 'Bubutan' → 'Indrapura' → 'Stasiun Kota' →
 'Stasiun Kota' → 'Gembong Bungkukan' → 'Gembong
 Bungkukan' → 'Pecindilan' → 'Pecindilan' → 'Gembong
 Bungkukan' → 'Stasiun Kota' → 'Pahlawan' → 'Baliwerti'



Gambar 4.9 Rute kendaraan 3 depo 2

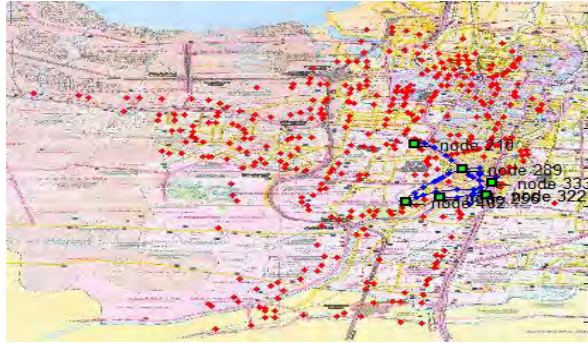
4.6.3 Hasil optimasi depo 3

- Posisi node = 'Jagir Wonokromo' 'Kembang Kuning' 'Dr.Sutomo' 'Indragiri' 'Kutei' 'Ciliwung' 'Indragiri' 'Kembang Kuning' 'Dinoyo' 'Pulo Wonokromo' 'Raya Darmo' 'Hayam Wuruk' 'Hayam Wuruk' 'Darmo Kali' 'Gunung Sari' 'Jagir Wonogromo'
- Travel time = 0 jam 52 menit
- Jumlah kendaraan = 5

- Rute kendaraan 1= 322 210 333 402 289 256 322
- Rute komplit

322 → 299 → 304 → 305 → 308 → 318 → 316 → 382 → 298 → 289 → 401 → 264 → 243 → 264 → 401 → 289 → 314 → 383 → 313 → 315 → 339 → 333 → 319 → 305 → 308 → 276 → 402 → 208 → 194 → 209 → 228 → 400 → 254 → 390 → 268 → 289 → 298 → 382 → 316 → 256 → 279 → 305 → 304 → 322

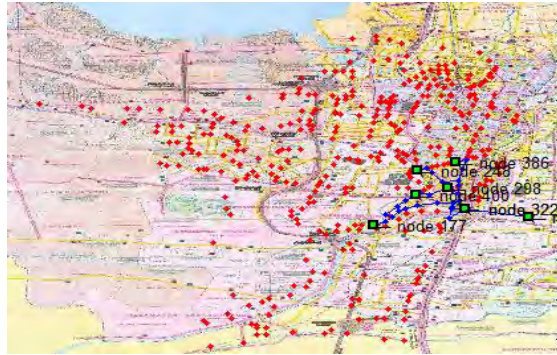
'Jagir Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Banyu Urip Wetan V' → 'Banyu Urip Wetan V' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Kutei' → 'Raya Darmo' → 'Raya Darmo' → 'Raya Darmo' → 'Juwono' → 'Darmo Kali' → 'Darmo Kali' → 'Darmo Kali' → 'Wonokromo' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Kutei' → 'Kutei' → 'Kutei' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Pulo Wonokromo' → 'Pulo Wonokromo' → 'Pulo Wonokromo' → 'Pulo Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Jagir Wonokromo'



Gambar 4.10 Rute kendaraan 1 depo 3

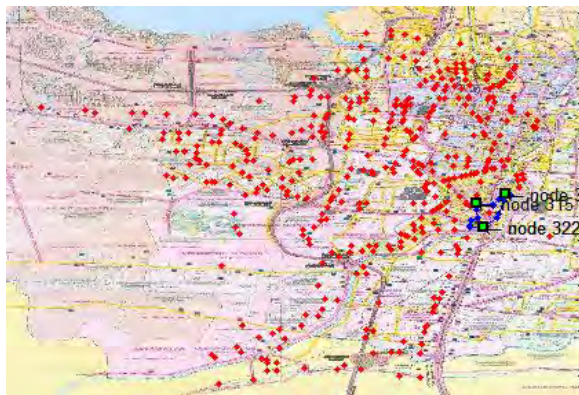
- Rute kendaraan 2 = 322 400 177 386 298 248 376 322
- Rute Komplit

322 → 299 → 304 → 305 → 308 → 318 → 316 → 382 → 298
 → 269 → 254 → 400 → 228 → 177 → 195 → 208 → 214 →
 227 → 250 → 276 → 308 → 318 → 316 → 383 → 314 → 386
 → 384 → 314 → 289 → 298 → 289 → 401 → 264 → 248 →
 264 → 401 → 289 → 298 → 382 → 304 → 376 → 322 → 322
 'Jagir Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' →
 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Ciliwung' → 'Adityawarman' → 'Hayam Wuruk'
 → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' → 'Hayam Wuruk' →
 'Hayam Wuruk' → 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari' → 'Gunung Sari'
 → 'Gunung Sari' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' →
 'Joyoboyo' → 'Joyoboyo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' →
 'Raya Darmo' → 'Raya Darmo' → 'Raya Darmo' → 'Raya Darmo' →
 'Dr. Sutomo' → 'Dr. Sutomo' → 'Dr. Sutomo' → 'Raya Darmo' →
 'Raya Darmo' → 'Kutei' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Indragiri' 'Indragiri' →
 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' →
 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Jagir Wonokromo' → 'Jagir
 Wonokromo' → 'Jagir Wonokromo'



Gambar 4.11 Rute kendaraan 2 depo 3

- Rute kendaraan 3 = 322 355 315 322
- Rute Komplit
 322 → 345 → 346 → 353 → 361 → 355 → 347 → 341 → 339
 → 315 → 316 → 318 → 308 → 322
 'Jagir Wonokromo' → 'Ngagel' → 'Ngagel' → 'Ngagel' → 'Dinoyo'
 → 'Darmo Kali' → 'Darmo Kali' → 'Juwono' → 'Raya Darmo' →
 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo'
 → 'Jagir Wonokromo'



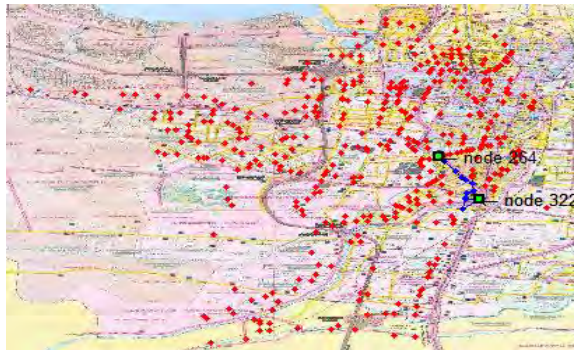
Gambar 4.12 Rute kendaraan 3 depo 3

- Rute kendaraan 4 = 322 264 322

- Rute Komplit

322 → 299 → 304 → 305 → 308 → 318 → 316 → 382 →
 298 → 289 → 401 → 264 → 401 → 318 → 308 → 305 → 304
 → 322

'Jagir Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' →
 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' →
 'Wonokromo' → 'Jagir Wonokromo'



Gambar 4.13 Rute kendaraan 4 depo 3

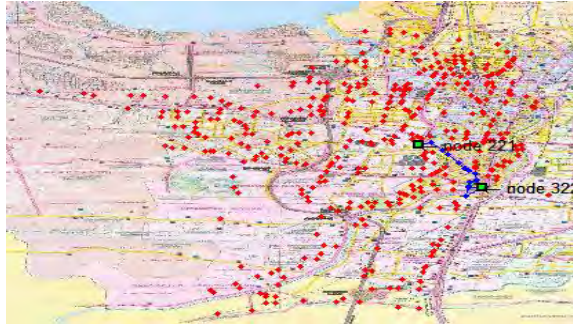
- Rute kendaraan 5 = 322 221 322

- Rute Komplit

322 → 299 → 304 → 305 → 308 → 318 → 316 → 382 → 298
 → 289 → 401 → 264 → 243 → 221 → 298 → 382 → 316 →
 318 → 308 → 305 → 304 → 322

'Jagir Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' →
 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' →
 'Diponegoro' → 'Khoirul Anwar' → 'Khoirul Anwar' →
 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' → 'Diponegoro' →

'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Wonokromo' → 'Jagir
Wonokromo'



Gambar 4.14 Rute kendaraan 5 depo 3

Dari hasil pengujian data diatas menunjukkan algoritma *Particle Swarm Optimization* mampu untuk memberikan gambaran rute perjalanan masing-masing kendaraan secara dinamis dalam melayani *node* konsumen tanpa harus melanggar *capacity constraint* dan *time window constraint* yang telah ditentukan oleh tiap-tiap *node* konsumen.

4.7 Analisa Sensitivitas Parameter

Analisis sensitivitas merupakan analisis yang dilakukan untuk mengetahui akibat dari perubahan parameter-parameter sistem terhadap perubahan kinerja sistem dalam menghasilkan hasil optimasi. Analisa sensitivitas dilakukan dengan melihat nilai *travel time* dari variasi parameter PSO. Data yang dianalisa sensitivitasnya hanya pada data depo 1 saja, dikarenakan pada data depo 2 dan 3 tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan

Pada penelitian ini terdapat 2 parameter algoritma *Particle Swarm Optimization* yang saya ubah nilainya. Parameter yang pertama adalah koefisien akselerasi (c_1 dan c_2). C_1 berguna untuk mencari *local best* (pBest) dan C_2 untuk mencari *global best* (gBest). Pada umumnya nilai-nilai untuk koefisien akselerasi c_1 dan $c_2 = 2$. Namun demikian, nilai koefisien akselerasi tersebut dapat diubah karena tiap kasus memiliki c_1 dan c_2 yang ideal pada rentang nilai di antara 0 sampai 4.

Pada penelitian ini semakin kecil nilai c_1 maka *travel time* yang dihasilkan semakin kecil, tetapi semakin besar c_2 maka semakin kecil nilai *travel time*.

Yang kedua adalah ukuran *Swarm*. Ukuran swarm atau populasi yang dipilih adalah tergantung pada persoalan yang dihadapi. Ukuran swarm yang umum digunakan berkisar antara 20 sampai 50. Pada penelitian ini saya mengubah parameter dari *swarm* pada jumlah 20, 35, dan 50. Dan dari hasil penelitian didapatkan *swarm* dengan jumlah 35 memiliki *travel time* paling minimum.

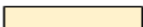
Yang terakhir saya mencoba mengubah muatan kapasitas mobil dari 200, 300, dan 400. Dengan muatan kapasitas mobil 200, *travel time* yang dihasilkan 115 menit. Dengan muatan kapasitas mobil 300, *travel time* yang dihasilkan 78 menit. Dengan muatan mobil 400, *travel time* yang dihasilkan 90 menit.

Tabel 4.5 Pengujian dengan mengubah muatan kendaraan

	200		300		400	
Depo 1	47 menit	7	27 menit	7	174 menit	7
Depo 2	40 menit	3	32 menit	2	43 menit	4
Depo 3	28 menit	5	19 menit	6	52 menit	6
Total	115 menit	15	78 menit	15	90 menit	17

Keterangan :

 = *travel time*

 = jumlah kendaraan

Dari sini dapat dilihat bahwa *travel time* dapat diminimalkan bergantung muatan kapasitas mobil serta *time windows* dari masing-masing depo.

4.8 Perbandingan Dengan Metode Lain

Dalam pengujian menggunakan algoritma *Particle Swarm Optimization* ini hasilnya dibandingkan dengan metode lain dengan data yang sama. Hasil perbandingannya adalah sebagai berikut:

Tabel 4.6 Hasil perbandingan dengan metode lain

	Particle Swarm Optimization		Simulated Annealing		Ant Colony System	
Depo 1	47 menit	7	148 menit	4	174 menit	5
Depo 2	40 menit	3	48 menit	2	43 menit	2
Depo 3	28 menit	5	45 menit	3	52 menit	3
Total	115 menit	15	241 menit	9	269 menit	10

Keterangan :

	= <i>travel time</i>
	= jumlah kendaraan

Dari hasil perbandingan 3 metode di atas diperoleh kesimpulan bahwa algoritma *Particle Swarm Optimization* menghasilkan travel time yang paling minimum sebesar 1 jam 46,44 menit. Dan algoritma *Particle Swarm Optimization* menghasilkan jumlah kendaraan yang paling maksimum sebanyak 15 kendaraan.

BAB V

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan dan saran sebagai berikut:

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. *Clustering* pada Multi Depot Vehicle Routing Problem dapat diselesaikan dengan menggunakan metode *Simplified Parallel Assignment* dengan mempertimbangkan jarak konsumen ke depot dan *time window* masing-masing depot dan konsumen
2. Penggunaan parameter *particle swarm optimization* yang sesuai akan menghasilkan solusi dengan travel time paling minimum.
3. Algoritma *Particle Swarm Optimization* dapat menghasilkan *travel time* yang minimum dibandingkan metode *Ant Colony System* dan metode *Simulated Annealing* yaitu 115 menit (PSO)

5.2 Saran

Adapun saran yang diajukan untuk penelitian ini adalah:

1. Perlu dikembangkan metode yang berbeda untuk menyelesaikan permasalahan MDVRPTW sebagai pembandingan dan sekaligus melengkapi kelemahan masing-masing.
2. Dalam hal penyajian hasil optimasi dapat dikembangkan lagi menggunakan aplikasi *Geographic Information System* (GIS).
3. Segmentasi jalan lebih diperbaharui sesuai kondisi yang sekarang

Halaman Ini Sengaja Dikosongkan

LAMPIRAN

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
1	257	220	1	Raya Waru
2	220	257	1	Raya Waru
3	192	220	2	Letjend Sutoyo
4	220	192	2	Letjend Sutoyo
5	192	149	2	Letjend Sutoyo
6	149	192	2	Letjend Sutoyo
7	149	124	2	Letjend Sutoyo
8	124	149	2	Letjend Sutoyo
9	220	222	1	Raya Waru
10	222	220	1	Raya Waru
11	222	229	5	Achmad Yani
12	229	235	5	Achmad Yani
13	235	377	5	Achmad Yani
14	377	236	5	Achmad Yani
15	236	222	5	Achmad Yani
16	377	378	5	Achmad Yani
17	378	377	5	Achmad Yani
18	378	247	5	Achmad Yani
19	247	251	5	Achmad Yani
20	251	378	5	Achmad Yani
21	251	245	5	Achmad Yani
22	245	263	5	Achmad Yani
23	263	258	5	Achmad Yani
24	258	251	5	Achmad Yani
25	263	379	5	Achmad Yani
26	379	263	5	Achmad Yani
27	379	285	5	Achmad Yani
28	286	379	5	Achmad Yani
29	285	286	5	Achmad Yani
30	222	193	4	Gerbang Tol Waru
31	193	222	4	Gerbang Tol Waru
32	193	183	4	Gerbang Tol Waru
33	183	193	4	Gerbang Tol Waru
34	183	167	4	Gerbang Tol Waru
35	167	183	4	Gerbang Tol Waru
36	167	389	4	Gerbang Tol Waru
37	389	167	4	Gerbang Tol Waru
38	389	124	4	Gerbang Tol Waru
39	124	389	4	Gerbang Tol Waru
40	199	193	4	Gerbang Tol Waru
41	193	199	6	Dukuh Menanggal

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
42	229	199	6	Dukuh Menanggal
43	199	229	6	Dukuh Menanggal
44	124	92	3	Raya Taman
45	92	124	3	Raya Taman
46	92	70	3	Raya Taman
47	70	92	3	Raya Taman
48	70	63	3	Raya Taman
49	63	70	3	Raya Taman
50	63	53	3	Raya Taman
51	53	63	3	Raya Taman
52	53	31	3	Raya Taman
53	31	53	3	Raya Taman
54	199	155	7	Raya Taman Indah
55	155	199	7	Raya Taman Indah
56	155	159	7	Raya Taman Indah
57	159	155	7	Raya Taman Indah
58	159	168	8	Gayungan II
59	168	159	8	Gayungan II
60	168	235	8	Gayungan II
61	235	168	8	Gayungan II
62	168	172	9	Gayung Sari
63	172	168	9	Gayung Sari
64	247	172	10	Gayung Kebon Sari
65	172	247	10	Gayung Kebon Sari
66	172	125	10	Gayung Kebon Sari
67	125	172	10	Gayung Kebon Sari
68	114	125	10	Gayung Kebon Sari
69	125	114	10	Gayung Kebon Sari
70	112	114	11	Kebon Sari
71	114	112	11	Kebon Sari
72	104	112	11	Kebon Sari
73	112	104	11	Kebon Sari
74	89	104	12	Raya Pagesangan
75	104	89	12	Raya Pagesangan
76	76	89	12	Raya Pagesangan
77	89	76	12	Raya Pagesangan
78	73	76	12	Raya Pagesangan
79	76	73	12	Raya Pagesangan
80	61	73	12	Raya Pagesangan
81	73	61	12	Raya Pagesangan
82	144	125	22	Kebon Sari Tengah
83	125	144	22	Kebon Sari Tengah
84	156	144	23	Agung
85	144	156	23	Agung
86	154	156	24	Kebon Agung
87	156	154	24	Kebon Agung
88	169	154	24	Kebon Agung

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
89	154	169	24	Kebon Agung
90	170	169	24	Kebon Agung
91	169	170	24	Kebon Agung
92	261	285	21	Ketintang
93	285	261	21	Ketintang
94	226	261	21	Ketintang
95	261	226	21	Ketintang
96	196	226	21	Ketintang
97	226	196	21	Ketintang
98	137	127	19	Karah
99	127	137	19	Karah
100	151	137	19	Karah
101	137	151	19	Karah
102	169	151	19	Karah
103	151	169	19	Karah
104	180	169	19	Karah
105	169	180	19	Karah
106	196	180	19	Karah
107	180	196	19	Karah
108	114	127	17	Jambangan
109	127	114	17	Jambangan
110	42	26	13	Mastrip
111	26	42	13	Mastrip
112	45	42	13	Mastrip
113	42	45	13	Mastrip
114	59	42	13	Mastrip
115	42	59	13	Mastrip
116	69	59	13	Mastrip
117	59	69	13	Mastrip
118	72	69	13	Mastrip
119	69	72	13	Mastrip
120	93	72	13	Mastrip
121	72	93	13	Mastrip
122	105	93	13	Mastrip
123	93	105	13	Mastrip
124	109	105	13	Mastrip
125	105	109	13	Mastrip
126	122	109	13	Mastrip
127	109	122	13	Mastrip
128	140	122	14	Gunung Sari
129	122	140	14	Gunung Sari
130	170	140	14	Gunung Sari
131	140	170	14	Gunung Sari
132	170	177	14	Gunung Sari
133	177	170	14	Gunung Sari
134	177	195	14	Gunung Sari
135	195	177	14	Gunung Sari

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
136	195	208	14	Gunung Sari
137	208	195	14	Gunung Sari
138	140	96	27	Golf
139	96	140	27	Golf
140	96	94	27	Golf
141	94	96	27	Golf
142	117	107	28	Jajar
143	107	117	28	Jajar
144	107	101	28	Jajar
145	101	107	28	Jajar
146	101	90	28	Jajar
147	90	101	28	Jajar
148	90	91	28	Jajar
149	91	90	28	Jajar
150	91	94	28	Jajar
151	94	91	28	Jajar
152	117	110	29	Dukuh Pakis
153	110	117	29	Dukuh Pakis
154	110	118	29	Dukuh Pakis
155	118	110	29	Dukuh Pakis
156	118	121	29	Dukuh Pakis
157	121	118	29	Dukuh Pakis
158	147	145	31	Kencana Sari
159	145	147	31	Kencana Sari
160	145	118	30	Bukit Kencana
161	118	145	30	Bukit Kencana
162	208	194	25	Hayam Wuruk
163	194	208	25	Hayam Wuruk
164	194	209	25	Hayam Wuruk
165	209	194	25	Hayam Wuruk
166	209	228	25	Hayam Wuruk
167	228	209	25	Hayam Wuruk
168	400	228	25	Hayam Wuruk
169	228	400	25	Hayam Wuruk
170	400	254	25	Hayam Wuruk
171	254	400	25	Hayam Wuruk
172	269	254	32	Adityawarman
173	254	269	32	Adityawarman
174	254	234	32	Adityawarman
175	234	254	32	Adityawarman
176	208	214	15	Joyoboyo
177	214	208	15	Joyoboyo
178	214	227	15	Joyoboyo
179	227	214	15	Joyoboyo
180	227	250	15	Joyoboyo
181	250	227	15	Joyoboyo
182	250	276	15	Joyoboyo

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
183	276	250	15	Joyoboyo
184	276	308	15	Joyoboyo
185	308	276	15	Joyoboyo
186	305	279	20	Pulo Wonokromo
187	279	305	20	Pulo Wonokromo
188	279	256	20	Pulo Wonokromo
189	256	279	20	Pulo Wonokromo
190	256	232	20	Pulo Wonokromo
191	232	256	20	Pulo Wonokromo
192	232	213	20	Pulo Wonokromo
193	213	232	20	Pulo Wonokromo
194	213	196	20	Pulo Wonokromo
195	196	213	20	Pulo Wonokromo
196	286	284	26	Wonokromo
197	284	299	26	Wonokromo
198	299	286	26	Wonokromo
199	299	304	26	Wonokromo
200	304	299	26	Wonokromo
201	304	305	26	Wonokromo
202	305	304	26	Wonokromo
203	305	308	26	Wonokromo
204	308	305	26	Wonokromo
205	308	318	26	Wonokromo
206	318	308	26	Wonokromo
207	318	316	26	Wonokromo
208	316	318	26	Wonokromo
209	109	35	16	Menganti
210	35	109	16	Menganti
211	72	47	18	Kebraon
212	47	72	18	Kebraon
213	208	402	25	Hayam Wuruk
214	402	208	25	Hayam Wuruk
215	31	29	168	Ngelom
216	29	31	168	Ngelom
217	29	26	168	Ngelom
218	26	29	168	Ngelom
219	29	45	169	Wonocolo
220	45	29	169	Wonocolo
221	45	61	169	Wonocolo
222	61	45	169	Wonocolo
223	61	65	169	Wonocolo
224	65	61	169	Wonocolo
225	65	64	169	Wonocolo
226	64	65	169	Wonocolo
227	64	71	169	Wonocolo
228	71	64	169	Wonocolo
229	70	71	169	Wonocolo

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode	Node	Node	Kode	Nama Jalan
Ruas	From	To	Jalan	
230	71	70	169	Wonocolo
231	234	380	33	Mayjen Sungkono
232	380	234	33	Mayjen Sungkono
233	380	157	33	Mayjen Sungkono
234	157	380	33	Mayjen Sungkono
235	157	147	33	Mayjen Sungkono
236	147	129	33	Mayjen Sungkono
237	129	121	33	Mayjen Sungkono
238	121	129	33	Mayjen Sungkono
239	129	157	33	Mayjen Sungkono
240	121	381	33	Mayjen Sungkono
241	381	121	33	Mayjen Sungkono
242	381	77	33	Mayjen Sungkono
243	77	85	33	Mayjen Sungkono
244	85	381	33	Mayjen Sungkono
245	121	123	45	Raya Dukuh Kupang
246	123	129	45	Raya Dukuh Kupang
247	123	132	45	Raya Dukuh Kupang
248	132	123	45	Raya Dukuh Kupang
249	132	141	45	Raya Dukuh Kupang
250	141	132	45	Raya Dukuh Kupang
251	141	152	34	Putat Jaya
252	152	141	34	Putat Jaya
253	152	164	35	Jarak
254	164	152	35	Jarak
255	164	174	35	Jarak
256	174	164	35	Jarak
257	132	165	36	Dukuh Kupang Timur
258	165	132	36	Dukuh Kupang Timur
259	165	187	37	Kupang Girilaya
260	187	165	37	Kupang Girilaya
261	187	218	37	Kupang Girilaya
262	218	187	37	Kupang Girilaya
263	211	210	38	Kembang Kuning
264	210	211	38	Kembang Kuning
265	210	218	38	Kembang Kuning
266	218	210	38	Kembang Kuning
267	218	221	38	Kembang Kuning
268	221	218	38	Kembang Kuning
269	221	238	38	Kembang Kuning
270	238	221	38	Kembang Kuning
271	174	185	39	Banyu Urip Wetan V
272	185	174	39	Banyu Urip Wetan V
273	185	210	39	Banyu Urip Wetan V
274	210	185	39	Banyu Urip Wetan V
275	210	231	39	Banyu Urip Wetan V
276	231	210	39	Banyu Urip Wetan V

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
277	221	243	40	Khoirul Anwar
278	243	221	40	Khoirul Anwar
279	234	239	41	Patmo Susanto
280	239	233	41	Patmo Susanto
281	233	238	41	Patmo Susanto
282	238	248	41	Patmo Susanto
283	234	252	47	Kampar Wetan V
284	252	234	47	Kampar Wetan V
285	264	248	48	Indragiri
286	248	264	48	Indragiri
287	248	252	48	Indragiri
288	252	248	48	Indragiri
289	174	189	46	Girilaya
290	189	174	46	Girilaya
291	189	198	46	Girilaya
292	198	189	46	Girilaya
293	254	390	42	Kutei
294	390	254	42	Kutei
295	390	268	42	Kutei
296	268	390	42	Kutei
297	268	289	42	Kutei
298	289	268	42	Kutei
299	298	269	43	Ciliwung
300	269	298	43	Ciliwung
301	289	314	42	Kutei
302	314	289	42	Kutei
303	316	382	44	Diponegoro
304	382	316	44	Diponegoro
305	382	298	44	Diponegoro
306	298	382	44	Diponegoro
307	298	289	44	Diponegoro
308	289	298	44	Diponegoro
309	289	401	44	Diponegoro
310	401	289	44	Diponegoro
311	401	264	44	Diponegoro
312	264	401	44	Diponegoro
313	264	243	44	Diponegoro
314	243	264	44	Diponegoro
315	243	231	44	Diponegoro
316	231	243	44	Diponegoro
317	231	219	44	Diponegoro
318	219	231	44	Diponegoro
319	219	211	44	Diponegoro
320	211	198	44	Diponegoro
321	198	219	44	Diponegoro
322	316	383	95	Raya Darmo
323	383	313	95	Raya Darmo

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
324	313	315	95	Raya Darmo
325	315	316	95	Raya Darmo
326	383	314	95	Raya Darmo
327	314	383	95	Raya Darmo
328	314	384	95	Raya Darmo
329	384	314	95	Raya Darmo
330	384	324	95	Raya Darmo
331	324	384	95	Raya Darmo
332	264	273	90	Dr. Sutomo
333	273	264	90	Dr. Sutomo
334	273	386	90	Dr. Sutomo
335	386	273	90	Dr. Sutomo
336	386	312	90	Dr. Sutomo
337	312	324	90	Dr. Sutomo
338	324	386	90	Dr. Sutomo
339	77	66	49	Mayjen HR Muhammad
340	66	77	49	Mayjen HR Muhammad
341	66	58	49	Mayjen HR Muhammad
342	58	391	49	Mayjen HR Muhammad
343	391	66	49	Mayjen HR Muhammad
344	391	27	49	Mayjen HR Muhammad
345	27	391	49	Mayjen HR Muhammad
346	27	392	49	Mayjen HR Muhammad
347	392	27	49	Mayjen HR Muhammad
348	392	16	49	Mayjen HR Muhammad
349	16	392	49	Mayjen HR Muhammad
350	16	11	49	Mayjen HR Muhammad
351	11	16	49	Mayjen HR Muhammad
352	11	10	49	Mayjen HR Muhammad
353	10	11	49	Mayjen HR Muhammad
354	10	18	55	Raya Darmo Permai II
355	18	10	55	Raya Darmo Permai II
356	18	23	55	Raya Darmo Permai II
357	23	18	55	Raya Darmo Permai II
358	58	56	84	Putat Gede
359	56	58	84	Putat Gede
360	56	49	84	Putat Gede
361	49	56	84	Putat Gede
362	49	39	84	Putat Gede
363	39	49	84	Putat Gede
364	39	40	84	Putat Gede
365	40	39	84	Putat Gede
366	40	43	84	Putat Gede
367	43	40	84	Putat Gede
368	30	18	54	Daya Darmo Permai Selatan
369	18	30	54	Daya Darmo Permai Selatan
370	27	30	53	Darmo Permai I

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

<u>Kode_</u>	<u>Node_</u>	<u>Node_</u>	<u>Kode_</u>	Nama Jalan
Ruas	From	To	Jalan	
371	30	27	53	Darmo Permai I
372	30	46	53	Darmo Permai I
373	46	30	53	Darmo Permai I
374	38	46	52	Darmo Baru Barat
375	46	38	52	Darmo Baru Barat
376	46	52	52	Darmo Baru Barat
377	52	46	52	Darmo Baru Barat
378	52	62	51	Kupang Indah
379	62	52	51	Kupang Indah
380	62	66	51	Kupang Indah
381	66	62	51	Kupang Indah
382	54	67	62	Darmo Baru
383	67	54	62	Darmo Baru
384	67	75	63	Kupang Indah X
385	75	67	63	Kupang Indah X
386	75	81	63	Kupang Indah X
387	81	75	63	Kupang Indah X
388	62	75	60	Kupang Indah XVII
389	75	62	60	Kupang Indah XVII
390	52	67	61	Kupang Baru
391	67	52	61	Kupang Baru
392	67	79	61	Kupang Baru
393	79	67	61	Kupang Baru
394	79	83	61	Kupang Baru
395	83	79	61	Kupang Baru
396	404	54	59	Kupang Baru I
397	54	404	59	Kupang Baru I
398	54	79	59	Kupang Baru I
399	79	54	59	Kupang Baru I
400	51	83	64	Raya Kupang Jaya
401	83	51	64	Raya Kupang Jaya
402	83	87	64	Raya Kupang Jaya
403	87	83	64	Raya Kupang Jaya
404	87	99	64	Raya Kupang Jaya
405	99	87	64	Raya Kupang Jaya
406	87	86	64	Raya Kupang Jaya
407	86	87	64	Raya Kupang Jaya
408	86	81	64	Raya Kupang Jaya
409	81	86	64	Raya Kupang Jaya
410	81	74	64	Raya Kupang Jaya
411	74	81	64	Raya Kupang Jaya
412	74	78	64	Raya Kupang Jaya
413	78	74	64	Raya Kupang Jaya
414	78	77	64	Raya Kupang Jaya
415	77	78	64	Raya Kupang Jaya
416	44	50	57	Raya Sukomanunggal
417	50	44	57	Raya Sukomanunggal

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
418	50	51	57	Raya Sukomanunggal
419	51	50	57	Raya Sukomanunggal
420	51	404	57	Raya Sukomanunggal
421	404	51	57	Raya Sukomanunggal
422	404	38	57	Raya Sukomanunggal
423	38	404	57	Raya Sukomanunggal
424	38	24	56	Raya Darmo Permai I
425	24	38	56	Raya Darmo Permai I
426	24	23	56	Raya Darmo Permai I
427	23	24	56	Raya Darmo Permai I
428	23	19	56	Raya Darmo Permai I
429	19	23	56	Raya Darmo Permai I
430	19	51	56	Raya Darmo Permai I
431	51	19	56	Raya Darmo Permai I
432	21	22	58	Raya Satelit Selatan
433	22	21	58	Raya Satelit Selatan
434	22	28	58	Raya Satelit Selatan
435	28	22	58	Raya Satelit Selatan
436	28	32	58	Raya Satelit Selatan
437	32	28	58	Raya Satelit Selatan
438	32	41	58	Raya Satelit Selatan
439	41	32	58	Raya Satelit Selatan
440	41	44	58	Raya Satelit Selatan
441	44	41	58	Raya Satelit Selatan
442	32	33	72	Raya Satelit Indah
443	33	32	72	Raya Satelit Indah
444	33	34	72	Raya Satelit Indah
445	34	33	72	Raya Satelit Indah
446	34	37	72	Raya Satelit Indah
447	37	34	72	Raya Satelit Indah
448	21	15	65	Darmo Harapan
449	15	21	65	Darmo Harapan
450	15	12	65	Darmo Harapan
451	12	15	65	Darmo Harapan
452	15	17	66	Raya Darmo Harapan
453	17	15	66	Raya Darmo Harapan
454	12	13	67	Darmo Harapan I
455	13	12	67	Darmo Harapan I
456	13	14	67	Darmo Harapan I
457	14	13	67	Darmo Harapan I
458	13	7	68	Raya Darmo Indah
459	7	13	68	Raya Darmo Indah
460	7	8	68	Raya Darmo Indah
461	8	7	68	Raya Darmo Indah
462	8	9	68	Raya Darmo Indah
463	9	8	68	Raya Darmo Indah
464	17	33	71	Raya Satelit Utara

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

<u>Kode</u> <u>Ruas</u>	<u>Node</u> <u>From</u>	<u>Node</u> <u>To</u>	<u>Kode</u> <u>Jalan</u>	<u>Nama Jalan</u>
465	33	17	71	Raya Satelit Utara
466	17	14	70	Darmo Indah Selatan
467	14	17	70	Darmo Indah Selatan
468	14	8	70	Darmo Indah Selatan
469	8	14	70	Darmo Indah Selatan
470	8	4	70	Darmo Indah Selatan
471	4	8	70	Darmo Indah Selatan
472	4	5	69	Balongsari Tama
473	5	4	69	Balongsari Tama
474	44	55	73	Sukomanunggal
475	55	44	73	Sukomanunggal
476	55	57	73	Sukomanunggal
477	57	55	73	Sukomanunggal
478	99	85	50	Raya Dukuh Kupang Barat
479	85	99	50	Raya Dukuh Kupang Barat
480	99	113	81	Simogunung
481	113	99	81	Simogunung
482	113	116	167	Simogunung I
483	116	113	167	Simogunung I
484	152	162	85	Putat Jaya Barat
485	162	152	85	Putat Jaya Barat
486	162	131	85	Putat Jaya Barat
487	131	162	85	Putat Jaya Barat
488	131	134	85	Putat Jaya Barat
489	134	131	85	Putat Jaya Barat
490	198	173	82	Banyu Urip
491	173	198	82	Banyu Urip
492	173	134	82	Banyu Urip
493	134	173	82	Banyu Urip
494	134	113	82	Banyu Urip
495	113	134	82	Banyu Urip
496	113	100	82	Banyu Urip
497	100	113	82	Banyu Urip
498	100	80	82	Banyu Urip
499	80	100	82	Banyu Urip
500	80	68	74	Tandes
501	68	80	74	Tandes
502	68	57	74	Tandes
503	57	68	74	Tandes
504	57	48	74	Tandes
505	48	57	74	Tandes
506	48	37	74	Tandes
507	37	48	74	Tandes
508	37	36	74	Tandes
509	36	37	74	Tandes
510	36	25	74	Tandes
511	25	36	74	Tandes

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode	Node	Node	Kode	Nama Jalan
Ruas	From	To	Jalan	
512	25	20	74	Tandes
513	20	25	74	Tandes
514	20	9	74	Tandes
515	9	20	74	Tandes
516	9	6	74	Tandes
517	6	9	74	Tandes
518	6	5	74	Tandes
519	5	6	74	Tandes
520	5	3	74	Tandes
521	3	5	74	Tandes
522	3	2	74	Tandes
523	2	3	74	Tandes
524	2	1	74	Tandes
525	1	2	74	Tandes
526	25	60	75	Tanjung Sari
527	60	25	75	Tanjung Sari
528	60	82	75	Tanjung Sari
529	82	60	75	Tanjung Sari
530	82	84	75	Tanjung Sari
531	84	82	75	Tanjung Sari
532	84	95	76	Simorejo II
533	95	84	76	Simorejo II
534	95	106	76	Simorejo II
535	106	95	76	Simorejo II
536	106	102	78	Simorejo
537	102	106	78	Simorejo
538	102	97	78	Simorejo
539	97	102	78	Simorejo
540	97	111	78	Simorejo
541	111	97	78	Simorejo
542	88	108	79	Simomulyo
543	108	88	79	Simomulyo
544	108	111	79	Simomulyo
545	111	108	79	Simomulyo
546	111	115	79	Simomulyo
547	115	111	79	Simomulyo
548	115	119	79	Simomulyo
549	119	115	79	Simomulyo
550	119	136	79	Simomulyo
551	136	119	79	Simomulyo
552	108	116	105	Petemon Barat
553	116	108	105	Petemon Barat
554	116	138	105	Petemon Barat
555	138	116	105	Petemon Barat
556	138	175	105	Petemon Barat
557	175	138	105	Petemon Barat
558	175	212	102	Petemon Timur

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

<u>Kode</u> <u>Ruas</u>	<u>Node</u> <u>From</u>	<u>Node</u> <u>To</u>	<u>Kode</u> <u>Jalan</u>	<u>Nama Jalan</u>
559	212	175	102	Petemon Timur
560	142	139	108	Pacuan Kuda
561	139	142	108	Pacuan Kuda
562	139	136	108	Pacuan Kuda
563	136	139	108	Pacuan Kuda
564	136	135	108	Pacuan Kuda
565	135	136	108	Pacuan Kuda
566	135	143	110	Bukit Barisan
567	143	135	110	Petemon I
568	143	166	110	Petemon I
569	166	143	110	Petemon I
570	166	179	110	Petemon I
571	179	166	110	Petemon I
572	175	178	163	Petemon Kali
573	178	175	163	Petemon Kali
574	178	179	163	Petemon Kali
575	179	178	163	Petemon Kali
576	179	181	163	Petemon Kali
577	181	179	163	Petemon Kali
578	310	317	118	Tunjungan
579	304	322	87	Jagir Wonokromo
580	322	376	87	Jagir Wonokromo
581	376	322	87	Jagir Wonokromo
582	299	322	86	Stasiun Wonokromo
583	322	299	86	Stasiun Wonokromo
584	280	295	130	Tembaan
585	181	186	111	Kawi
586	186	181	111	Kawi
587	139	171	109	Bukit Barisan
588	171	139	109	Bukit Barisan
589	171	186	109	Bukit Barisan
590	186	171	109	Bukit Barisan
591	186	200	109	Bukit Barisan
592	200	186	109	Bukit Barisan
593	186	188	112	Tentara Pelajar
594	188	186	112	Tentara Pelajar
595	188	190	112	Tentara Pelajar
596	190	188	112	Tentara Pelajar
597	190	191	112	Tentara Pelajar
598	191	190	112	Tentara Pelajar
599	249	405	106	Tidar
600	405	249	106	Tidar
601	405	205	106	Tidar
602	205	405	106	Tidar
603	205	406	106	Tidar
604	406	205	106	Tidar
605	406	190	106	Tidar

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
606	190	406	106	Tidar
607	190	146	106	Tidar
608	146	190	106	Tidar
609	146	142	106	Tidar
610	142	146	106	Tidar
611	146	148	164	Tembok Buntaran
612	148	146	164	Tembok Buntaran
613	178	207	103	Kedung Anyar
614	207	178	103	Kedung Anyar
615	198	387	100	Pasar Kembang
616	387	212	100	Pasar Kembang
617	212	216	100	Pasar Kembang
618	216	387	100	Pasar Kembang
619	387	203	100	Pasar Kembang
620	203	198	100	Pasar Kembang
621	216	393	104	Arjuna
622	393	216	104	Arjuna
623	393	207	104	Arjuna
624	207	393	104	Arjuna
625	207	197	104	Arjuna
626	197	207	104	Arjuna
627	197	394	104	Arjuna
628	394	197	104	Arjuna
629	394	200	104	Arjuna
630	200	395	104	Arjuna
631	395	394	104	Arjuna
632	395	204	104	Arjuna
633	204	395	104	Arjuna
634	204	205	104	Arjuna
635	205	204	104	Arjuna
636	205	206	104	Arjuna
637	206	205	104	Arjuna
638	206	407	121	Semarang
639	407	206	121	Semarang
640	407	224	121	Semarang
641	224	407	121	Semarang
642	224	237	121	Semarang
643	237	224	121	Semarang
644	237	242	121	Semarang
645	242	237	121	Semarang
646	242	259	121	Semarang
647	259	242	121	Semarang
648	95	98	77	Dupak Rukun
649	98	95	77	Dupak Rukun
650	98	103	77	Dupak Rukun
651	103	98	77	Dupak Rukun
652	103	126	77	Dupak Rukun

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
653	126	103	77	Dupak Rukun
654	98	120	80	Asem Raya
655	120	98	80	Asem Raya
656	120	130	80	Asem Raya
657	130	120	80	Asem Raya
658	130	148	113	Kali Butuh
659	148	130	113	Kali Butuh
660	148	161	113	Kali Butuh
661	161	148	113	Kali Butuh
662	161	191	113	Kali Butuh
663	191	161	113	Kali Butuh
664	191	206	113	Kali Butuh
665	206	191	113	Kali Butuh
666	161	398	146	Demak
667	398	161	146	Demak
668	398	396	146	Demak
669	396	398	146	Demak
670	396	160	146	Demak
671	160	396	146	Demak
672	160	153	146	Demak
673	153	160	146	Demak
674	153	150	146	Demak
675	150	153	146	Demak
676	150	158	146	Demak
677	158	150	146	Demak
678	202	184	161	Gresik
679	184	158	161	Gresik
680	158	184	161	Gresik
681	184	182	162	Ikan Kakap
682	182	202	162	Ikan Kakap
683	126	133	120	Dupak
684	133	126	120	Dupak
685	133	397	120	Dupak
686	397	133	120	Dupak
687	397	160	120	Dupak
688	160	397	120	Dupak
689	160	223	120	Dupak
690	223	160	120	Dupak
691	223	259	120	Dupak
692	259	223	120	Dupak
693	259	280	130	Tembaan
694	280	259	130	Tembaan
695	259	271	155	Pasar Turi
696	271	259	155	Pasar Turi
697	271	282	155	Pasar Turi
698	282	271	155	Pasar Turi
699	230	201	158	Parangkusumo

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_ Ruas	Node_ From	Node_ To	Kode_ Jalan	Nama Jalan
700	201	230	158	Parangkusumo
701	201	176	158	Parangkusumo
702	176	201	158	Parangkusumo
703	176	153	159	Rembang
704	153	176	159	Rembang
705	253	215	157	Sidoluhur
706	215	253	157	Sidoluhur
707	215	201	157	Sidoluhur
708	201	215	157	Sidoluhur
709	292	283	156	Indrapura
710	283	292	156	Indrapura
711	283	253	156	Indrapura
712	253	230	156	Indrapura
713	230	217	156	Indrapura
714	260	265	126	Bubutan
715	265	270	126	Bubutan
716	270	274	126	Bubutan
717	274	280	126	Bubutan
718	280	282	126	Bubutan
719	282	283	126	Bubutan
720	217	202	154	Rajawali
721	202	217	154	Rajawali
722	217	288	154	Rajawali
723	288	348	153	Kembang Jepun
724	288	292	160	Jembatan Merah
725	292	293	128	Pahlawan
726	293	295	128	Pahlawan
727	295	277	128	Pahlawan
728	295	297	129	Kramat Gantung
729	297	277	129	Kramat Gantung
730	277	287	129	Kramat Gantung
731	277	267	127	Baliwerti
732	206	260	114	Kranggan
733	260	206	114	Kranggan
734	260	287	119	Praban
735	287	267	119	Praban
736	267	260	119	Praban
737	224	246	122	Pringgading
738	246	224	122	Pringgading
739	246	265	122	Pringgading
740	265	246	122	Pringgading
741	246	255	125	Projo Pengerat
742	255	246	125	Projo Pengerat
743	255	262	125	Projo Pengerat
744	262	255	125	Projo Pengerat
745	237	255	123	Raden Saleh
746	255	237	123	Raden Saleh

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

<u>Kode</u> <u>Ruas</u>	<u>Node</u> <u>From</u>	<u>Node</u> <u>To</u>	<u>Kode</u> <u>Jalan</u>	<u>Nama Jalan</u>
747	255	270	123	Raden Saleh
748	270	255	123	Raden Saleh
749	242	262	124	Penghela
750	262	242	124	Penghela
751	262	274	124	Penghela
752	274	262	124	Penghela
753	292	309	166	Stasiun Kota
754	309	292	166	Stasiun Kota
755	309	358	166	Stasiun Kota
756	358	309	166	Stasiun Kota
757	348	358	152	Gembong Bungkukan
758	358	348	152	Gembong Bungkukan
759	358	366	152	Gembong Bungkukan
760	366	358	152	Gembong Bungkukan
761	366	364	152	Gembong Bungkukan
762	364	366	152	Gembong Bungkukan
763	364	399	151	Pecindilan
764	399	364	151	Pecindilan
765	399	357	151	Pecindilan
766	357	399	151	Pecindilan
767	357	403	143	Undaan Wetan
768	403	335	143	Undaan Wetan
769	330	335	142	Undaan Kulon
770	335	349	142	Undaan Kulon
771	349	403	142	Undaan Kulon
772	403	357	142	Undaan Kulon
773	357	334	147	Jagalan
774	334	295	131	Pasar Besar
775	335	302	150	Ahmad Jais
776	302	335	150	Ahmad Jais
777	302	291	150	Ahmad Jais
778	391	302	150	Ahmad Jais
779	291	306	150	Ahmad Jais
780	306	291	150	Ahmad Jais
781	306	326	148	Peneleh
782	326	306	148	Peneleh
783	326	334	148	Peneleh
784	334	326	148	Peneleh
785	306	332	149	Makam Peneleh
786	332	306	149	Makam Peneleh
787	332	340	149	Makam Peneleh
788	340	332	149	Makam Peneleh
789	340	349	149	Makam Peneleh
790	349	340	149	Makam Peneleh
791	335	342	144	Ambengan
792	342	335	144	Ambengan
793	342	365	144	Ambengan

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode	Node	Node	Kode	Nama Jalan
Ruas	From	To	Jalan	
794	365	342	144	Ambengan
795	360	408	145	Jaksa Agung Suprpto
796	408	360	145	Jaksa Agung Suprpto
797	408	365	145	Jaksa Agung Suprpto
798	365	408	145	Jaksa Agung Suprpto
799	356	363	133	Yos Sudarso
800	338	360	138	Walikota Mustajab
801	360	338	138	Walikota Mustajab
802	360	363	138	Walikota Mustajab
803	363	360	138	Walikota Mustajab
804	363	372	138	Walikota Mustajab
805	372	375	138	Walikota Mustajab
806	375	374	138	Walikota Mustajab
807	373	356	132	Gubernur Suryo
808	317	328	132	Gubernur Suryo
809	328	356	132	Gubernur Suryo
810	296	338	139	Gang Besar
811	338	343	141	Genteng Kali
812	343	330	141	Genteng Kali
813	330	409	141	Genteng Kali
814	295	280	130	Tembaan
815	409	330	141	Genteng Kali
816	409	287	141	Genteng Kali
817	287	409	141	Genteng Kali
818	287	296	118	Tunjungan
819	296	310	118	Tunjungan
820	310	249	117	Embong Malang
821	249	260	115	Blauran
822	328	338	140	Simpang Dukuh
823	244	204	107	Anjasmoro
824	204	244	107	Anjasmoro
825	356	350	134	Panglima Sudirman
826	350	344	134	Panglima Sudirman
827	344	336	134	Panglima Sudirman
828	336	323	116	Basuki Rahmat
829	323	321	116	Basuki Rahmat
830	321	320	116	Basuki Rahmat
831	320	317	116	Basuki Rahmat
832	317	310	116	Basuki Rahmat
833	350	321	135	Gayam
834	323	311	136	Pol. M Duryat
835	311	323	136	Pol. M Duryat
836	311	266	136	Pol. M Duryat
837	266	311	136	Pol. M Duryat
838	266	255	137	Kedung Sari
839	255	266	137	Kedung Sari
840	216	225	101	Kedung Doro

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

<u>Kode_</u>	<u>Node_</u>	<u>Node_</u>	<u>Kode_</u>	Nama Jalan
<u>Ruas</u>	<u>From</u>	<u>To</u>	<u>Jalan</u>	
841	225	216	101	Kedung Doro
842	225	240	101	Kedung Doro
843	240	225	101	Kedung Doro
844	240	388	101	Kedung Doro
845	388	240	101	Kedung Doro
846	388	244	101	Kedung Doro
847	244	388	101	Kedung Doro
848	244	249	101	Kedung Doro
849	249	244	101	Kedung Doro
850	324	325	96	Urip Sumoharjo
851	325	327	96	Urip Sumoharjo
852	327	324	96	Urip Sumoharjo
853	327	329	96	Urip Sumoharjo
854	329	331	96	Urip Sumoharjo
855	331	327	96	Urip Sumoharjo
856	331	336	96	Urip Sumoharjo
857	336	331	96	Urip Sumoharjo
858	324	337	89	Polisi Istimewa
859	337	385	89	Polisi Istimewa
860	385	324	89	Polisi Istimewa
861	385	354	89	Polisi Istimewa
862	354	385	89	Polisi Istimewa
863	327	300	99	RA. Kartini
864	300	275	99	RA. Kartini
865	275	300	99	RA. Kartini
866	275	241	99	RA. Kartini
867	241	275	99	RA. Kartini
868	241	219	99	RA. Kartini
869	219	241	99	RA. Kartini
870	301	329	165	Cokroaminoto
871	300	301	170	Teuku Umar
872	301	300	170	Teuku Umar
873	301	303	170	Teuku Umar
874	303	301	170	Teuku Umar
875	331	303	98	Pandegiling
876	303	331	98	Pandegiling
877	303	281	98	Pandegiling
878	281	303	98	Pandegiling
879	281	203	98	Pandegiling
880	203	281	98	Pandegiling
881	331	351	97	Keputran
882	351	331	97	Keputran
883	351	359	97	Keputran
884	359	351	97	Keputran
885	322	345	88	Ngagel
886	345	322	88	Ngagel
887	345	346	88	Ngagel

A. Data Jaringan jalan di Surabaya

Kode_	Node_	Node_	Kode_	Nama Jalan
Ruas	From	To	Jalan	
888	346	245	88	Ngagel
889	346	353	88	Ngagel
890	353	346	88	Ngagel
891	353	361	88	Ngagel
892	361	353	88	Ngagel
893	361	369	88	Ngagel
894	369	361	88	Ngagel
895	369	371	88	Ngagel
896	371	369	88	Ngagel
897	371	370	88	Ngagel
898	370	371	88	Ngagel
899	370	359	88	Ngagel
900	359	370	88	Ngagel
901	351	354	94	Dinoyo
902	354	351	94	Dinoyo
903	354	367	94	Dinoyo
904	367	354	94	Dinoyo
905	367	368	94	Dinoyo
906	368	367	94	Dinoyo
907	368	355	94	Dinoyo
908	355	368	94	Dinoyo
909	355	361	94	Dinoyo
910	361	355	94	Dinoyo
911	314	347	93	Bengawan
912	314	347	93	Bengawan
913	313	341	92	Progo
914	341	313	92	Progo
915	315	339	91	Juwono
916	339	315	91	Juwono
917	355	347	83	Darmo Kali
918	347	355	83	Darmo Kali
919	347	341	83	Darmo Kali
920	341	347	83	Darmo Kali
921	341	339	83	Darmo Kali
922	339	341	83	Darmo Kali
923	339	333	83	Darmo Kali
924	333	339	83	Darmo Kali
925	333	319	83	Darmo Kali
926	319	333	83	Darmo Kali
927	319	305	83	Darmo Kali
928	305	319	83	Darmo Kali

B. Karakteristik Ruas Jalan Surabaya

Kode_	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
1	2.1015272	1011	962	56.5
2	2.1015272	1014	962	56.5
3	0.3856929	4382	4000	40
4	0.3856929	4382	3422	40
5	0.7958252	2124	1658	40
6	0.7958252	2124	1658	40
7	0.4301281	3930	3068	40
8	0.4301281	3930	3068	40
9	1.1688458	1822	1730	56.5
10	1.1688458	1822	1730	56.5
11	0.4786694	4675	4224	57.8
12	0.5578447	3818	3625	57.8
13	0.3682297	5784	5491	57.8
14	0.1056195	20167	19144	57.8
15	1.2992554	1639	1556	57.8
16	0.6552817	3251	3086	57.8
17	0.6552817	3251	3086	57.8
18	0.244266	8720	8278	57.8
19	0.0611755	34818	33052	57.8
20	0.3053636	6975	6622	57.8
21	0.3997919	5328	5058	57.8
22	0.2864912	7435	7058	57.8
23	0.3161118	6738	6396	57.8
24	0.3379633	6302	5983	57.8
25	0.8223246	2590	2459	57.8
26	0.8223246	2590	2459	57.8
27	1.1028258	1931	1833	57.8
28	1.3278142	1604	1523	57.8
29	0.2249891	9467	8987	57.8
30	0.3795397	5612	5328	56.5
31	0.3795397	5612	5328	56.5
32	0.1551749	13726	13030	56.5
33	0.1551749	13726	13030	56.5
34	0.3552717	5995	5691	56.5
35	0.3552717	5995	5691	56.5
36	0.8015309	2657	2523	56.5
37	0.8015309	2657	2523	56.5
38	0.2170573	9813	9316	56.5
39	0.2170573	9813	9316	56.5
40	0.2170573	9813	9316	56.5
41	0.5235843	4068	3862	40
42	0.5235843	4068	3862	40
43	0.3665304	5811	5517	40
44	0.6083501	3501	3324	40
45	0.6083501	3501	3324	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode Ruas	Panjang (km)	Vol _{max} (q _{max})	Volume (q)	Kecepatan Arus Bebas
46	0.5293922	4023	3819	40
47	0.5293922	4023	3819	40
48	0.1934098	11013	10454	40
49	0.1934098	11013	10454	40
50	0.5088353	4186	3974	40
51	0.5088353	4186	3974	40
52	0.6551081	3251	3087	40
53	0.6551081	3251	3087	40
54	0.7505572	2838	2694	40
55	0.7505572	2838	2694	40
56	0.3469011	6140	5829	40
57	0.3469011	6140	5829	40
58	0.1288772	13115	10241	40
59	0.1288772	13115	10241	40
60	0.9677898	1747	1364	40
61	0.9677898	1747	1364	40
62	1.3328918	1268	990	40
63	1.3328918	1268	990	40
64	1.0399745	1625	1269	40
65	1.0399745	1625	1269	40
66	0.7956555	2124	1659	40
67	0.7956555	2124	1659	40
68	0.2460108	6871	5365	40
69	0.2460108	6871	5365	40
70	0.5092729	3319	2592	40
71	0.5092729	3319	2592	40
72	0.3582203	4719	3684	40
73	0.3582203	4719	3684	40
74	0.5583383	3027	2364	40
75	0.5583383	3027	2364	40
76	0.6946978	2433	1900	40
77	0.6946978	2433	1900	40
78	0.4875587	3467	2707	40
79	0.4875587	3467	2707	40
80	0.58904	2870	2241	40
81	0.58904	2870	2241	40
82	1.3340115	1267	989	40
83	1.3340115	1267	989	40
84	0.1736336	9735	7601	40
85	0.1736336	9735	7601	40
86	0.2977434	5677	4433	40
87	0.2977434	5677	4433	40
88	0.8198846	2062	1610	40
89	0.8198846	2062	1610	40
90	0.2426072	6967	5440	40
91	0.2426072	6967	5440	40
92	0.3256903	6540	6208	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode Ruas	Panjang (km)	Vol _{max} (q _{max})	Volume (q)	Kecepatan Arus Bebas
93	0.3256903	6540	6208	40
94	0.3540002	6017	5712	40
95	0.3540002	6017	5712	40
96	0.4770838	4465	4238	40
97	0.4770838	4465	4238	40
98	0.2569997	6577	5135	40
99	0.2569997	6577	5135	40
100	0.2409985	7014	5476	40
101	0.2409985	7014	5476	40
102	0.2196421	7696	6009	40
103	0.2196421	7696	6009	40
104	0.3315991	5097	3980	40
105	0.3315991	5097	3980	40
106	0.2204647	7667	5986	40
107	0.2204647	7667	5986	40
108	2.1212312	797	622	40
109	2.1212312	797	622	40
110	0.5721217	2954	2307	64
111	0.5721217	2954	2307	64
112	0.2863797	5902	4609	64
113	0.2863797	5902	4609	64
114	0.6277049	2693	2103	64
115	0.6277049	2693	2103	64
116	0.3161128	5347	4175	64
117	0.3161128	5347	4175	64
118	0.2174963	7771	6068	64
119	0.2174963	7771	6068	64
120	0.91101	1855	1449	64
121	0.91101	1855	1449	64
122	1.4135728	1196	934	64
123	1.4135728	1196	934	64
124	1.1397131	1483	1158	64
125	1.1397131	1483	1158	64
126	0.5300654	3189	2490	64
127	0.5300654	3189	2490	64
128	0.4612818	4618	4383	79.5
129	0.4612818	4618	4383	79.5
130	0.4713065	4519	4290	79.5
131	0.4713065	4519	4290	79.5
132	0.2327252	9152	8688	79.5
133	0.2327252	9152	8688	79.5
134	0.2991855	7119	6758	79.5
135	0.2991855	7119	6758	79.5
136	0.3172564	6714	6373	79.5
137	0.3172564	6714	6373	79.5
138	0.7565146	2234	1745	40
139	0.7565146	2234	1745	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
140	0.2652906	6371	4975	40
141	0.2652906	6371	4975	40
142	0.1212181	13944	10888	40
143	0.1212181	13944	10888	40
144	0.3873364	4364	3407	40
145	0.3873364	4364	3407	40
146	0.2527768	6687	5221	40
147	0.2527768	6687	5221	40
148	0.223275	7570	5911	40
149	0.223275	7570	5911	40
150	0.2174649	7773	6069	40
151	0.2174649	7773	6069	40
152	0.2622625	8122	7710	40
153	0.2622625	8122	7710	40
154	0.3211491	6632	6296	40
155	0.3211491	6632	6296	40
156	0.3023534	7045	6688	40
157	0.3023534	7045	6688	40
158	0.2723035	6207	4847	40
159	0.2723035	6207	4847	40
160	0.5998424	3551	3371	40
161	0.5998424	3551	3371	40
162	0.1753354	9640	7527	40
163	0.1753354	9640	7527	40
164	0.5202666	3249	2537	40
165	0.5202666	3249	2537	40
166	0.339683	4976	3885	40
167	0.339683	4976	3885	40
168	0.3933417	4297	3355	40
169	0.3933417	4297	3355	40
170	0.1894365	8923	6967	40
171	0.1894365	8923	6967	40
172	0.2372691	7124	5562	52.25
173	0.2372691	7124	5562	52.25
174	0.3325106	5083	3969	52.25
175	0.3325106	5083	3969	52.25
176	0.3290234	6474	6145	61
177	0.3290234	6474	6145	61
178	0.1674088	12723	12078	61
179	0.1674088	12723	12078	61
180	0.3119137	6829	6483	61
181	0.3119137	6829	6483	61
182	0.3892354	5472	5195	61
183	0.3892354	5472	5195	61
184	0.3193497	6670	6332	61
185	0.3193497	6670	6332	61
186	0.3342643	5057	3948	53.5

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode Ruas	Panjang (km)	Vol _{max} (q _{max})	Volume (q)	Kecepatan Arus Bebas
187	0.3342643	5057	3948	53.5
188	0.3162536	5345	4173	53.5
189	0.3162536	5345	4173	53.5
190	0.3050439	5541	4327	53.5
191	0.3050439	5541	4327	53.5
192	0.3753311	4503	3516	53.5
193	0.3753311	4503	3516	53.5
194	0.4607125	3669	2865	53.5
195	0.4607125	3669	2865	53.5
196	0.1820577	11700	11106	53.5
197	0.4613301	4617	4383	53.5
198	0.6073486	3507	3329	53.5
199	0.4897385	4349	4129	53.5
200	0.4897385	4349	4129	53.5
201	0.0608974	34977	33203	53.5
202	0.0608974	34977	33203	53.5
203	0.2682824	7939	7537	53.5
204	0.2682824	7939	7537	53.5
205	0.1786644	11922	11317	53.5
206	0.1786644	11922	11317	53.5
207	0.3715861	5732	5442	53.5
208	0.3715861	5732	5442	53.5
209	1.8723107	903	705	64
210	1.8723107	903	705	64
211	0.729641	2317	1809	64
212	0.729641	2317	1809	64
213	0.0672339	25140	19630	40
214	0.0672339	25140	19630	40
215	1.2490489	1353	1057	40
216	1.2490489	1353	1057	40
217	0.1955147	8645	6750	40
218	0.1955147	8645	6750	40
219	0.5437355	3109	2427	40
220	0.5437355	3109	2427	40
221	0.4795378	3525	2752	40
222	0.4795378	3525	2752	40
223	0.1399166	12081	9433	40
224	0.1399166	12081	9433	40
225	0.0982213	17209	13437	40
226	0.0982213	17209	13437	40
227	0.1807688	9350	7301	40
228	0.1807688	9350	7301	40
229	0.3634323	4651	3631	40
230	0.3634323	4651	3631	40
231	0.195443	10898	10346	60
232	0.195443	10898	10346	60
233	0.8916009	2389	2268	60

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
234	0.8916009	2389	2268	60
235	0.109519	19449	18463	60
236	0.3534738	6026	5720	60
237	0.1926677	11055	10495	60
238	0.1926677	11055	10495	60
239	0.4623096	4607	4374	60
240	0.4800245	4437	4212	60
241	0.4800245	4437	4212	60
242	0.3976199	5357	5085	60
243	0.193569	11004	10446	60
244	0.2041006	10436	9907	60
245	0.1979605	8538	6667	40
246	0.2680333	6306	4924	40
247	1.0606466	1594	1244	40
248	1.0606466	1594	1244	40
249	0.3807505	4439	3466	40
250	0.3807505	4439	3466	40
251	0.2442612	6920	5403	40
252	0.2442612	6920	5403	40
253	0.1686084	10025	7828	40
254	0.1686084	10025	7828	40
255	0.3059422	5525	4314	40
256	0.3059422	5525	4314	40
257	0.4872853	3469	2708	40
258	0.4872853	3469	2708	40
259	0.416087	4062	3172	40
260	0.416087	4062	3172	40
261	0.4318264	3914	3056	40
262	0.4318264	3914	3056	40
263	0.3614049	4677	3652	40
264	0.3614049	4677	3652	40
265	0.2173361	7777	6073	40
266	0.2173361	7777	6073	40
267	0.0969499	17434	13613	40
268	0.0969499	17434	13613	40
269	0.4857934	3479	2717	40
270	0.4857934	3479	2717	40
271	0.1367434	12361	9652	40
272	0.1367434	12361	9652	40
273	0.3919851	4312	3367	40
274	0.3919851	4312	3367	40
275	0.2056745	8218	6417	40
276	0.2056745	8218	6417	40
277	0.2586598	6535	5102	40
278	0.2586598	6535	5102	40
279	0.5678516	2977	2324	40
280	0.2070295	8164	6375	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
281	0.2191682	7712	6022	40
282	0.1447902	11674	9115	40
283	0.3784723	4466	3487	40
284	0.3784723	4466	3487	40
285	0.1957449	8635	6742	60
286	0.1957449	8635	6742	60
287	0.6650475	2542	1985	60
288	0.6650475	2542	1985	60
289	0.2693841	6275	4899	40
290	0.2693841	6275	4899	40
291	0.3992688	4233	3306	40
292	0.3992688	4233	3306	40
293	0.1215229	13909	10860	51.5
294	0.1215229	13909	10860	51.5
295	0.2155314	7842	6123	51.5
296	0.2155314	7842	6123	51.5
297	0.3607509	4685	3658	51.5
298	0.3607509	4685	3658	51.5
299	0.5608228	3014	2353	51.5
300	0.5608228	3014	2353	51.5
301	0.3119074	5419	4231	51.5
302	0.3119074	5419	4231	51.5
303	0.2711199	7856	7458	58.8
304	0.2711199	7856	7458	58.8
305	0.1464497	14544	13807	58.8
306	0.1464497	14544	13807	58.8
307	0.2878663	7399	7024	58.8
308	0.2878663	7399	7024	58.8
309	0.5923932	3596	3413	58.8
310	0.5923932	3596	3413	58.8
311	0.2676275	7959	7555	58.8
312	0.2676275	7959	7555	58.8
313	0.5249397	4058	3852	58.8
314	0.5249397	4058	3852	58.8
315	0.3042165	7002	6647	58.8
316	0.3042165	7002	6647	58.8
317	0.1310549	16253	15429	58.8
318	0.1310549	16253	15429	58.8
319	0.1951523	10915	10361	58.8
320	0.2991779	7120	6759	58.8
321	0.4943205	4309	4090	58.8
322	0.4888393	4357	4136	75
323	0.0681026	31276	29690	75
324	0.0859712	24776	23520	75
325	0.3348065	6362	6039	75
326	0.2254007	9450	8971	75
327	0.2254007	9450	8971	75

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
328	0.6969241	3056	2901	75
329	0.6969241	3056	2901	75
330	0.5162339	4126	3917	75
331	0.5162339	4126	3917	75
332	0.1405841	15151	14383	51.5
333	0.1405841	15151	14383	51.5
334	0.5307984	4013	3809	51.5
335	0.5307984	4013	3809	51.5
336	0.0658267	32358	30717	51.5
337	0.1772849	12015	11405	51.5
338	0.2431113	8761	8317	51.5
339	0.4178717	4045	3158	63
340	0.4178717	4045	3158	63
341	0.1909339	8853	6912	63
342	0.54775	3086	2409	63
343	0.7385947	2288	1787	63
344	0.3638799	4645	3627	63
345	0.3638799	4645	3627	63
346	0.1166863	14486	11311	63
347	0.1166863	14486	11311	63
348	0.4079981	4143	3235	63
349	0.4079981	4143	3235	63
350	0.2326065	7267	5674	63
351	0.2326065	7267	5674	63
352	0.188389	8972	7006	63
353	0.188389	8972	7006	63
354	0.6419276	3318	3150	63
355	0.6419276	3318	3150	63
356	0.293406	7260	6891	63
357	0.293406	7260	6891	63
358	0.1514523	11160	8714	40
359	0.1514523	11160	8714	40
360	0.2590689	6524	5094	40
361	0.2590689	6524	5094	40
362	0.9323291	1813	1416	40
363	0.9323291	1813	1416	40
364	0.6656842	2539	1983	40
365	0.6656842	2539	1983	40
366	0.3215298	5257	4105	40
367	0.3215298	5257	4105	40
368	0.9216679	2311	2194	63
369	0.9216679	2311	2194	63
370	0.0759834	22245	17369	63
371	0.0759834	22245	17369	63
372	0.6700425	2523	1970	63
373	0.6700425	2523	1970	63
374	0.3381824	4998	3903	51.5

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
375	0.3381824	4998	3903	51.5
376	0.263357	6418	5011	51.5
377	0.263357	6418	5011	51.5
378	0.4751707	3557	2778	55
379	0.4751707	3557	2778	55
380	0.2739541	6170	4818	55
381	0.2739541	6170	4818	55
382	0.5076221	4196	3983	51.5
383	0.5076221	4196	3983	51.5
384	0.5125632	3298	2575	40
385	0.5125632	3298	2575	40
386	0.2144853	7881	6153	40
387	0.2144853	7881	6153	40
388	0.4976795	3396	2652	40
389	0.4976795	3396	2652	40
390	0.4863544	3475	2714	55
391	0.4863544	3475	2714	55
392	0.5485893	3081	2406	55
393	0.5485893	3081	2406	55
394	0.1378062	12266	9577	55
395	0.1378062	12266	9577	55
396	0.1315567	12848	10032	55
397	0.1315567	12848	10032	55
398	0.6516195	2594	2025	55
399	0.6516195	2594	2025	55
400	0.8929772	1893	1478	40
401	0.8929772	1893	1478	40
402	0.1144492	18611	17667	40
403	0.1144492	18611	17667	40
404	0.25445	8371	7947	40
405	0.25445	8371	7947	40
406	0.6188414	3442	3267	40
407	0.6188414	3442	3267	40
408	0.4447152	4790	4547	40
409	0.4447152	4790	4547	40
410	0.3669173	5805	5511	40
411	0.3669173	5805	5511	40
412	0.204059	10438	9909	40
413	0.204059	10438	9909	40
414	0.1648444	12921	12266	40
415	0.1648444	12921	12266	40
416	0.2128039	10009	9502	40
417	0.2128039	10009	9502	40
418	0.2459083	8662	8223	40
419	0.2459083	8662	8223	40
420	0.2991896	7119	6758	40
421	0.2991896	7119	6758	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
422	0.3683109	5783	5490	40
423	0.3683109	5783	5490	40
424	0.5041455	4225	4011	63
425	0.5041455	4225	4011	63
426	0.2456398	8671	8232	63
427	0.2456398	8671	8232	63
428	0.1517812	14033	13322	63
429	0.1517812	14033	13322	63
430	0.973866	2187	2076	63
431	0.973866	2187	2076	63
432	0.2635141	8083	7673	60
433	0.2635141	8083	7673	60
434	0.3488651	6106	5796	60
435	0.3488651	6106	5796	60
436	0.1319631	16141	15322	60
437	0.1319631	16141	15322	60
438	0.3087107	6900	6550	60
439	0.3087107	6900	6550	60
440	0.1520582	14008	13298	60
441	0.1520582	14008	13298	60
442	0.4028357	5288	5019	60
443	0.4028357	5288	5019	60
444	0.207841	10248	9729	60
445	0.207841	10248	9729	60
446	0.3508645	6071	5763	60
447	0.3508645	6071	5763	60
448	0.2128514	10007	9500	51.5
449	0.2128514	10007	9500	51.5
450	0.1578521	13494	12809	51.5
451	0.1578521	13494	12809	51.5
452	0.9218655	2311	2193	51.5
453	0.9218655	2311	2193	51.5
454	0.5934882	3589	3407	51.5
455	0.5934882	3589	3407	51.5
456	0.3348566	6361	6038	51.5
457	0.3348566	6361	6038	51.5
458	0.2940232	7244	6877	51.5
459	0.2940232	7244	6877	51.5
460	0.3349481	6359	6037	51.5
461	0.3349481	6359	6037	51.5
462	0.8991919	2369	2249	51.5
463	0.8991919	2369	2249	51.5
464	0.604665	3523	3344	60
465	0.604665	3523	3344	60
466	0.1678508	12690	12046	51.5
467	0.1678508	12690	12046	51.5
468	0.2907969	7325	6953	51.5

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
469	0.2907969	7325	6953	51.5
470	0.6590974	3232	3068	51.5
471	0.6590974	3232	3068	51.5
472	0.784663	2154	1682	40
473	0.784663	2154	1682	40
474	0.4271869	4986	4733	40
475	0.4271869	4986	4733	40
476	0.2741381	7770	7376	40
477	0.2741381	7770	7376	40
478	1.7912249	944	737	55
479	1.7912249	944	737	55
480	1.1409416	1481	1157	40
481	1.1409416	1481	1157	40
482	0.2268231	7452	5819	40
483	0.2268231	7452	5819	40
484	0.7482002	2259	1764	40
485	0.7482002	2259	1764	40
486	0.5339789	3165	2472	40
487	0.5339789	3165	2472	40
488	0.4448814	3799	2967	40
489	0.4448814	3799	2967	40
490	0.6373757	2652	2071	40
491	0.6373757	2652	2071	40
492	0.7194988	2349	1834	40
493	0.7194988	2349	1834	40
494	0.4691883	3603	2813	40
495	0.4691883	3603	2813	40
496	0.196682	8594	6710	40
497	0.196682	8594	6710	40
498	0.4416101	3828	2989	40
499	0.4416101	3828	2989	40
500	0.3664755	5812	5517	63
501	0.3664755	5812	5517	63
502	0.3026425	7038	6681	63
503	0.3026425	7038	6681	63
504	0.3297679	6459	6132	63
505	0.3297679	6459	6132	63
506	0.3567391	5971	5668	63
507	0.3567391	5971	5668	63
508	0.2685341	7932	7530	63
509	0.2685341	7932	7530	63
510	0.2498376	8526	8093	63
511	0.2498376	8526	8093	63
512	0.3193716	6669	6331	63
513	0.3193716	6669	6331	63
514	0.5480888	3886	3689	63
515	0.5480888	3886	3689	63

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
516	0.4095887	5200	4937	63
517	0.4095887	5200	4937	63
518	0.2189434	9729	9235	63
519	0.2189434	9729	9235	63
520	0.7045274	3023	2870	63
521	0.7045274	3023	2870	63
522	0.2064825	10316	9793	63
523	0.2064825	10316	9793	63
524	0.8318968	2560	2431	63
525	0.8318968	2560	2431	63
526	1.1475197	1473	1150	40
527	1.1475197	1473	1150	40
528	0.6316056	2676	2090	40
529	0.6316056	2676	2090	40
530	0.2218275	7620	5950	40
531	0.2218275	7620	5950	40
532	0.2910245	5808	4535	40
533	0.2910245	5808	4535	40
534	0.2001121	8447	6595	40
535	0.2001121	8447	6595	40
536	0.9188086	1840	1436	40
537	0.9188086	1840	1436	40
538	0.5230396	3232	2523	40
539	0.5230396	3232	2523	40
540	0.2053182	8232	6428	40
541	0.2053182	8232	6428	40
542	0.3753325	4503	3516	40
543	0.3753325	4503	3516	40
544	0.2611397	6473	5054	40
545	0.2611397	6473	5054	40
546	0.3865788	4372	3414	40
547	0.3865788	4372	3414	40
548	0.2231939	7573	5913	40
549	0.2231939	7573	5913	40
550	0.3977235	4250	3318	40
551	0.3977235	4250	3318	40
552	0.0850679	19870	15515	40
553	0.0850679	19870	15515	40
554	0.4616113	3662	2859	40
555	0.4616113	3662	2859	40
556	0.6847642	2468	1927	40
557	0.6847642	2468	1927	40
558	0.5261509	3213	2508	40
559	0.5261509	3213	2508	40
560	0.2572214	6571	5131	40
561	0.2572214	6571	5131	40
562	0.4301242	3930	3068	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol_{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q_{max})	(q)	Arus Bebas
563	0.4301242	3930	3068	40
564	0.1080808	15639	12211	40
565	0.1080808	15639	12211	40
566	0.1140661	14818	11570	40
567	0.1140661	14818	11570	40
568	0.3521462	4800	3748	40
569	0.3521462	4800	3748	40
570	0.3344803	5053	3946	40
571	0.3344803	5053	3946	40
572	0.4365661	3872	3023	40
573	0.4365661	3872	3023	40
574	0.2944071	5741	4483	40
575	0.2944071	5741	4483	40
576	0.0908427	18607	14528	40
577	0.0908427	18607	14528	40
578	0.199037	10702	10159	67
579	0.2771397	6099	4762	52
580	1.2873336	1313	1025	74.5
581	1.2873336	1313	1025	74.5
582	0.5939816	3586	3404	52.5
583	0.5939816	3586	3404	52.5
584	0.1966708	8594	6711	60
585	0.3532883	4784	3736	40
586	0.3532883	4784	3736	40
587	0.5014248	3371	2632	40
588	0.5014248	3371	2632	40
589	0.3480251	4857	3792	40
590	0.3480251	4857	3792	40
591	0.2129397	7938	6198	40
592	0.2129397	7938	6198	40
593	0.343889	4915	3838	40
594	0.343889	4915	3838	40
595	0.1120204	15089	11782	40
596	0.1120204	15089	11782	40
597	0.223616	7559	5902	40
598	0.223616	7559	5902	40
599	0.4608799	4622	4387	45
600	0.4608799	4622	4387	45
601	0.0676441	31488	29892	45
602	0.0676441	31488	29892	45
603	0.0955273	22297	21167	45
604	0.0955273	22297	21167	45
605	0.112593	18918	17958	45
606	0.112593	18918	17958	45
607	0.6605314	3225	3061	45
608	0.6605314	3225	3061	45
609	0.160376	13281	12608	45

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
610	0.160376	13281	12608	45
611	0.1994819	8473	6616	40
612	0.1994819	8473	6616	40
613	0.3394308	4980	3888	40
614	0.3394308	4980	3888	40
615	0.3026804	7037	6680	55
616	0.4844409	4397	4174	55
617	0.1831088	11632	11043	55
618	0.6675491	3191	3029	55
619	0.1219865	17461	16576	55
620	0.1807181	11786	11189	55
621	0.2171669	7783	6077	63
622	0.2171669	7783	6077	63
623	0.142415	11869	9267	63
624	0.142415	11869	9267	63
625	0.4084378	4138	3231	63
626	0.4084378	4138	3231	63
627	0.1190991	14192	11081	63
628	0.1190991	14192	11081	63
629	0.2846938	5937	4636	63
630	0.085367	19800	15460	63
631	0.3700451	4568	3567	63
632	0.2148451	7867	6143	63
633	0.2148451	7867	6143	63
634	0.1171334	14430	11267	63
635	0.1171334	14430	11267	63
636	0.2187422	7727	6034	63
637	0.2187422	7727	6034	63
638	0.1424087	11869	9268	63
639	0.1424087	11869	9268	63
640	0.6831829	2474	1932	63
641	0.6831829	2474	1932	63
642	0.213737	7908	6175	63
643	0.213737	7908	6175	63
644	0.2136915	7910	6176	63
645	0.2136915	7910	6176	63
646	0.2793184	6051	4725	63
647	0.2793184	6051	4725	63
648	0.2600062	6501	5076	40
649	0.2600062	6501	5076	40
650	0.578585	2921	2281	40
651	0.578585	2921	2281	40
652	0.5639919	2997	2340	40
653	0.5639919	2997	2340	40
654	0.4350483	3885	3034	40
655	0.4350483	3885	3034	40
656	0.3345694	5052	3945	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
657	0.3345694	5052	3945	40
658	0.2712351	6232	4866	65.5
659	0.2712351	6232	4866	65.5
660	0.1230965	13731	10722	65.5
661	0.1230965	13731	10722	65.5
662	0.5642412	2996	2339	65.5
663	0.5642412	2996	2339	65.5
664	0.1812056	9328	7283	65.5
665	0.1812056	9328	7283	65.5
666	0.2622628	8122	7710	75.45
667	0.2622628	8122	7710	75.45
668	0.8145912	2615	2482	75.45
669	0.8145912	2615	2482	75.45
670	0.2915183	7307	6936	75.45
671	0.2915183	7307	6936	75.45
672	0.5356495	3976	3775	75.45
673	0.5356495	3976	3775	75.45
674	0.6246489	3410	3237	75.45
675	0.6246489	3410	3237	75.45
676	0.6676876	3190	3028	75.45
677	0.6676876	3190	3028	75.45
678	0.2441817	6922	5405	75.45
679	0.4889607	3457	2699	75.45
680	0.4889607	3457	2699	75.45
681	0.2535316	6667	5206	40
682	0.3086289	5477	4276	40
683	0.1978761	10764	10219	53
684	0.1978761	10764	10219	53
685	0.1642944	12965	12307	53
686	0.1642944	12965	12307	53
687	0.1657338	12852	12200	53
688	0.1657338	12852	12200	53
689	1.0071815	2115	2008	53
690	1.0071815	2115	2008	53
691	0.3698647	5759	5467	53
692	0.3698647	5759	5467	53
693	0.3077894	5492	4288	60
694	0.3077894	5492	4288	60
695	0.2018912	10550	10015	55
696	0.2018912	10550	10015	55
697	0.1618207	13163	12495	55
698	0.1618207	13163	12495	55
699	0.3877607	4359	3404	40
700	0.3877607	4359	3404	40
701	0.302505	5588	4363	40
702	0.302505	5588	4363	40
703	0.4702643	4529	4300	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
704	0.4702643	4529	4300	40
705	0.3916356	4316	3370	40
706	0.3916356	4316	3370	40
707	0.2914761	5799	4528	40
708	0.2914761	5799	4528	40
709	0.1259376	16913	16056	72
710	0.1259376	16913	16056	72
711	0.3640549	5851	5554	72
712	0.489756	4349	4129	72
713	0.6987962	3048	2894	72
714	0.4052625	5256	4989	60
715	0.2401191	8871	8421	60
716	0.3311992	6431	6105	60
717	0.3295817	6463	6135	60
718	0.201078	10593	10056	60
719	0.26314	8095	7684	60
720	0.3473301	4866	3800	54
721	0.3473301	4866	3800	54
722	0.83016	2036	1590	54
723	0.7531374	2244	1752	40
724	0.9383458	2270	2155	40
725	0.2648686	8042	7634	47
726	0.2407492	8847	8399	47
727	0.6377877	3340	3170	47
728	0.326545	5176	4042	40
729	0.3502285	4826	3768	40
730	0.6464506	2615	2042	40
731	0.659277	2564	2002	40
732	0.6178642	2736	2136	40
733	0.6178642	2736	2136	40
734	0.37027	5753	5461	50.5
735	0.2555053	8336	7914	50.5
736	0.1148509	18546	17605	50.5
737	0.3252867	5196	4057	40
738	0.3252867	5196	4057	40
739	0.2296688	7360	5746	40
740	0.2296688	7360	5746	40
741	0.2082713	8116	6337	40
742	0.2082713	8116	6337	40
743	0.32931	5133	4008	40
744	0.32931	5133	4008	40
745	0.2910174	5808	4535	40
746	0.2910174	5808	4535	40
747	0.1903398	8880	6934	40
748	0.1903398	8880	6934	40
749	0.1931576	8751	6833	40
750	0.1931576	8751	6833	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
751	0.1975563	8556	6681	40
752	0.1975563	8556	6681	40
753	0.2056824	8218	6417	55
754	0.2056824	8218	6417	55
755	0.6864608	2462	1923	55
756	0.6864608	2462	1923	55
757	0.534759	3161	2468	40
758	0.534759	3161	2468	40
759	0.371786	4546	3550	40
760	0.371786	4546	3550	40
761	0.1628622	10379	8104	40
762	0.1628622	10379	8104	40
763	0.2152774	7852	6131	40
764	0.2152774	7852	6131	40
765	0.1248233	13541	10573	40
766	0.1248233	13541	10573	40
767	0.2458011	8666	8226	68
768	0.8174439	2606	2474	68
769	0.116679	18255	17330	68
770	0.514893	4137	3927	68
771	0.3028759	7033	6676	68
772	0.2458011	8666	8226	68
773	0.3513665	4811	3756	40
774	0.447036	3781	2952	40
775	0.3926381	4305	3361	40
776	0.3926381	4305	3361	40
777	0.4245991	3981	3108	40
778	0.4245991	3981	3108	40
779	0.2197412	7692	6006	40
780	0.2197412	7692	6006	40
781	0.414471	4078	3184	58
782	0.414471	4078	3184	58
783	0.2509641	6735	5259	58
784	0.2509641	6735	5259	58
785	0.4028396	4196	3276	58
786	0.4028396	4196	3276	58
787	0.1699078	9948	7768	58
788	0.1699078	9948	7768	58
789	0.1237528	13658	10665	58
790	0.1237528	13658	10665	58
791	0.0789433	21411	16718	55.5
792	0.0789433	21411	16718	55.5
793	0.3888538	4347	3394	55.5
794	0.3888538	4347	3394	55.5
795	0.1975846	10780	10234	40
796	0.1975846	10780	10234	40
797	0.4632347	4598	4365	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
798	0.4632347	4598	4365	40
799	0.4872606	3469	2709	40
800	0.330969	6436	6109	40
801	0.330969	6436	6109	40
802	0.0790718	26938	25572	40
803	0.0790718	26938	25572	40
804	0.3133786	6797	6452	40
805	0.3683067	5783	5490	40
806	0.2858527	7451	7074	40
807	0.5301038	4018	3814	64
808	0.1849088	11519	10935	64
809	0.4231616	5034	4778	64
810	0.5114888	3305	2580	40
811	0.2819872	5994	4680	68
812	0.2188964	7722	6029	68
813	0.3737075	4523	3532	68
814	0.1966708	8594	6711	60
815	0.3737075	4523	3532	68
816	0.1636928	10326	8063	68
817	0.1636928	10326	8063	68
818	0.3428457	6213	5898	67
819	0.3911654	5445	5169	67
820	0.787868	2703	2566	58
821	0.3622083	4667	3644	46
822	0.4620099	3659	2857	40
823	0.5121387	3300	2577	40
824	0.5121387	3300	2577	40
825	0.6947166	3066	2911	57
826	0.4283705	4972	4720	57
827	0.29421	7240	6873	57
828	0.721155	2954	2804	67
829	0.1416098	15041	14279	67
830	0.5493706	3877	3681	67
831	0.2372599	8977	8522	67
832	0.199037	10702	10159	67
833	0.3327567	5080	3966	40
834	0.1919046	11099	10536	40
835	0.1919046	11099	10536	40
836	0.5414317	3934	3735	40
837	0.5414317	3934	3735	40
838	2.412652	701	547	40
839	2.412652	701	547	40
840	0.3843192	4398	3434	40
841	0.3843192	4398	3434	40
842	0.5922114	2854	2229	40
843	0.5922114	2854	2229	40
844	0.1687446	10017	7821	40

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
845	0.1687446	10017	7821	40
846	0.1730135	9770	7628	40
847	0.1730135	9770	7628	40
848	0.2001499	8445	6594	40
849	0.2001499	8445	6594	40
850	0.0642399	33157	31476	75
851	0.1028175	20716	19666	75
852	0.1669631	12757	12110	75
853	0.2450979	8690	8250	75
854	0.1362545	15633	14840	75
855	0.3813524	5585	5302	75
856	0.4917464	4332	4112	75
857	0.4917464	4332	4112	75
858	0.1524606	13971	13262	40
859	0.0605594	35172	33389	40
860	0.2130198	9999	9492	40
861	0.2022355	10532	9998	40
862	0.2022355	10532	9998	40
863	0.3603036	4691	3663	62
864	0.2489817	6789	5301	62
865	0.2489817	6789	5301	62
866	0.423327	3993	3118	62
867	0.423327	3993	3118	62
868	0.2251277	7508	5862	62
869	0.2251277	7508	5862	62
870	0.3701319	4567	3566	40
871	0.2445008	6913	5398	40
872	0.2445008	6913	5398	40
873	0.1575685	10727	8376	40
874	0.1575685	10727	8376	40
875	0.3777454	4475	3494	40
876	0.3777454	4475	3494	40
877	0.2607562	6482	5061	40
878	0.2607562	6482	5061	40
879	0.960471	1760	1374	40
880	0.960471	1760	1374	40
881	0.235996	9026	8568	50
882	0.235996	9026	8568	50
883	0.1483838	14355	13627	50
884	0.1483838	14355	13627	50
885	0.5152923	4134	3924	70
886	0.5152923	4134	3924	70
887	0.2130389	9998	9491	70
888	0.2130389	9998	9491	70
889	0.6695611	3181	3020	70
890	0.6695611	3181	3020	70
891	0.26799	7948	7545	70

B. Karakteristik Ruas Jalan

Kode	Panjang (km)	Vol _{max}	Volume	Kecepatan
Ruas		(q _{max})	(q)	Arus Bebas
892	0.26799	7948	7545	70
893	0.4147219	5136	4876	70
894	0.4147219	5136	4876	70
895	0.3982002	5349	5078	70
896	0.3982002	5349	5078	70
897	0.253786	8393	7967	70
898	0.253786	8393	7967	70
899	0.7646554	2786	2644	70
900	0.7646554	2786	2644	70
901	0.3046473	5548	4332	40
902	0.3046473	5548	4332	40
903	0.4805897	3517	2746	40
904	0.4805897	3517	2746	40
905	0.2810388	6014	4696	40
906	0.2810388	6014	4696	40
907	0.6607724	2558	1997	40
908	0.6607724	2558	1997	40
909	0.1348092	12538	9790	40
910	0.1348092	12538	9790	40
911	0.4301092	3930	3068	40
912	0.4301092	3930	3068	40
913	0.3315696	5098	3980	40
914	0.3315696	5098	3980	40
915	0.3123269	5412	4226	40
916	0.3123269	5412	4226	40
917	0.291194	5805	4532	51.5
918	0.291194	5805	4532	51.5
919	0.2683092	6300	4919	51.5
920	0.2683092	6300	4919	51.5
921	0.0836859	20198	15771	51.5
922	0.0836859	20198	15771	51.5
923	0.3274874	5161	4030	51.5
924	0.3274874	5161	4030	51.5
925	0.57409	2944	2299	51.5
926	0.57409	2944	2299	51.5
927	0.2292893	7372	5756	51.5
928	0.2292893	7372	5756	51.5

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zhu,Q., Qian, L., Li, Y., Zhu, S., "An Improved Particle Swarm Optimization Algorithm for Vehicle Routing Problem with Time Windows", Beijing, China, 2006.
- [2] Wen,L.,Meng, F., "An Improved PSO for Multi Depot Vehicle Routing Problem with Time Windows", Hebei, China, 2008.
- [3] Ravindra,K.A., Magnati, T.L., and Orlin, J.B. , "*Network Flows-Theory,Algorithms, and Application*", Prentice Hall, New Jersey, USA, 1993
- [4] _____, "Comput. & Ops Res Vol.10. No.2, pp.63-211,1983, Great Britain.
- [5] Santosa,Budi. "*Tutorial Particle Swarm Optimization (PSO)*", Surabaya, 2010.
- [6] Tansini,L., Viera,O., "Adapted Clustering Algorithm for the Assignment Problem in the MDVRPTW", ReporteTecnico RT 04-13,2004,Uruguay. 2007
- [7] Tansini,L., Urquhart,M., Viera,O.,"Comparing assignment algorithms for the Multi-Depot VRP",Uruguay, 2007
- [8] Asteria,C., "*Penentuan rute distribusi dengan algoritma tabu search untuk VRP dengan time windows*", Tesis, FT UI, Jakarta, 2008.
- [9] W.A. de Landgraaf, A.E. Eiben and V. Nannen. Parameter Calibration Using Meta-Algorithms. 2006.
- [10] Alam, Akhmad Fajar Nurul , "*Algoritma Improved Ant Colony System Untuk Menyelesaikan Dynamic Vehicle Routing Problem With Time Window dengan Variabel Travel Time*", Tugas Akhir. ITS. 2011

- [11] Wardana, Rizkiananto, *“Implementasi Algoritma Particle Swarm Optimization untuk permasalahan Dynamic Economic Dispatch dengan Batasan Ramp-Rate dan Valve-Point Effect”*. Tugas Akhir. ITS. 2013.
- [12] Sinaga, R.L., *“Algoritma Simulated Annealing untuk menyelesaikan Multi Depot Vehicle Routing Problem dengan variabel travel time”*. Tugas Akhir. ITS. 2015.
- [13] Nugroho, R.H., *“Algoritma Ant Colony System, untuk menyelesaikan Multi Depot Vehicle Routing Problem dengan variabel travel time”*. Tugas Akhir. ITS. 2015.



Randi Mangatas Immanuel, lahir di kota Jakarta pada tanggal 25 mei 1992. Saat ini sedang meneruskan studi di jurusan Teknik Elektro – FTI – ITS..

Awal perkuliahan yaitu tahun pertama penulis mengikuti berbagai kegiatan yang diselenggarakan oleh ITS dan T.Elektro seperti LKMM pra-TD dan LKMM TD. Tahun kedua kuliah penulis aktif dalam organisasi Himatektro. Pada tahun ketiga penulis aktif di organisasi kedaerahan Sumatera Utara yaitu MBP dan menjabat sebagai ketua. Pada tahun keempat penulis menjadi asisten di lab analisa sistem B405.

Halaman ini sengaja dikosongkan